

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Jani Kettukangas 2013**

**MAANMUOKKAUKSEN JA KYLVÖN VAIKUTUS  
MÄNNYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN ONNIS-  
TUMISEEN JA TAIMIEN KEHITYKSEEN LAPISSA**



**Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu**  
University of Applied Sciences  
LUC

**METSÄTALouden KOULUTUSOHJELMA**

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

LUONNONVARA-ALA

Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

**MAANMUOKKAUKSEN JA KYLVÖN VAIKUTUS MÄN-  
NYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN ONNISTUMISEEN  
JA TAIMIEN KEHITYKSEEN LAPISSA**

Jani Kettukangas

2013

Mikko Hyppönen

Liisa Kuutti

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2013 \_\_\_\_\_

Työ on ladattavissa osoitteessa [www.theseus.fi](http://www.theseus.fi).

---

<b>Tekijä</b>	Jani Kettukangas	<b>Vuosi</b>	2013
<b>Toimeksiantaja Työn nimi</b>	Mikko Hyppönen Metsäntutkimuslaitos Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus männyn luontaisen uudistamisen onnistumiseen ja taimien kehitykseen Lapissa		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	50+0		

---

Opinnäytetyöni tavoitteena oli selvittää kolmen eri käsittelyn vaikutusta männyn luontaisen uudistamisen onnistumiseen ja taimien kehitykseen Lapissa sekä analysoida käsittelyiden tulosten välisiä eroja. Käsittelyinä ovat muokkaamaton, äestetty sekä äestetty ja kylvetty. Käsittelyiden lisäksi selvittävänä oli kahden erikokoisen koealan ( $10 \text{ m}^2$  ja  $20 \text{ m}^2$ ) käytön vaikutuksia inventointituloksiin.

Opinnäytetyöni perustuu Rovaniemen metsäntutkimusaseman kokeelliseen tutkimukseen. Tutkimusta varten on perustettu 3,4 hehtaarin koekenttä Rovaniemelle Oikaraisen kylään kuivahkon kankaan sekametsikköön keväällä 1989. Tällöin koealue hakattiin siemenpuuhakkuulla. Osa koeruuduista lisäksi äestettiin ja osa äestettiin ja kylvettiin. Siemenpuita alalle jätettiin 70 kappaletta hehtaarille. Koekenttä lämpösummaltaan ja maalajiltaan sijaitsee suotuisilla männyn luontaisen uudistamisen kohteella. Koekentän maalaji on valtaosin karkeaa hietamoreenia sekä alueen lämpösumma on 900 (d.d).

Koejärjestelyssä käytettiin satunnaistettujen lohkojen koetta, jossa oli kolme lohkoa. Jokainen lohko käsitti kolme käsittelyruutua, jokaista käsittelyä varten yhden. Käsittelyruudun koko oli 0,2 hehtaaria ja koealoja käsittelyruuduissa oli viisi kymmenen neliömetrin koealaa sekä viisi 20 neliömetrin koealaa. Pienet ja isot koealat sijaitsivat niin sanotusti päällekkäin. Opinnäytetyössäni taimettumisen kehityksen kuvaamiseksi eri käsittelyruuduista on mitattu kaikkien havupuuntaimien ja kehityskelpoisten havupuuntaimien runkoluvut, rinnankorkeusläpimitta sekä pituus elokuussa 2012.

Inventointitulokset oli syötetty Excel-tiedostoon, jossa ne luokiteltiin lohkoittain, ruuduittain sekä koealoittain. Tiedostossa oli myös lajiteltu puulajit mänty ja kuusi: nämä oli jaettu kehityskelpoisiin sekä kehityskelvottomiin. Excel-aineisto ajettiin SPSS-ohjelmalla ja käsittelyiden välisessä analyysissä käytettiin lineaarista sekamallia.

Tuloksissa päähuomio on kehityskelpoisten havupuiden tunnuksissa. Kehityskelpoisten havupuun taimien tiheys oli suurin käsittelyssä äestetty ja kylvetty. Rinnankorkeusläpimitta sekä pituus kehityskelpoisilla havupuilla olivat suurimmat käsittelyssä äestetty. Tulosten perusteella Lapissa saavutetaan paras taimien kehittyminen pituuden ja järeyden puolesta, kun maa muokataan. Kylvön lisäyksellä saavutetaan suurin tiheys.

**Avainsanat** kylvö, maanmuokkaus, siemenpuuhakkuu

---

<b>Author</b>	Jani Kettukangas	<b>Year</b>	2013
<b>Commissioned by</b>	Mikko Hyppönen The Finnish Forest Research Institute		
<b>Subject of thesis</b>	The effect of site preparation and direct seeding on the success of natural regeneration of Scots pine in Lapland		
<b>Number of pages</b>	50+0		

---

The aim of this thesis was to study the effect of three different treatments on pine seed regeneration area planting in Lapland and also analyze the difference between the treatment results. Treatments are non-scarified soil, harrowing and also harrowing and sowing. In addition, the aim was to compare the results obtained by using (10 m<sup>2</sup> and 20 m<sup>2</sup>) sample plots.

The thesis is based on experimental research of the Finnish Forest Research Institute in Rovaniemi. A test field has been set up in Rovaniemi in the spring of 1989. This test field size is 3.4 hectares. The test field was cut using seed-tree cutting. The test field was also harrowed and partly sowed. Seventy pine seed trees were left on the test field. It was a great year of natural seeding at the beginning of the experiment. The soil type was mostly coarse silt moraine. The average temperature sum in the area was 900 (dd).

The experimental design was a completely randomized block design with three blocks. Each block included three treatments, the size of each being 0.2 hectares. Inside the treatments there were five (10 m<sup>2</sup>) sample plots and five (20 m<sup>2</sup>) sample plots. The centre of the big and small sample plots was the same. Total number of seedlings and the number of main crop seedlings, separated to Scots pine and Norway spruce were measured in August 2012. Diameter and height of the seedlings was measured in addition to the number of the seedlings.

The results of inventory was saved into Excel file and exported to SPSS. The results were computed for all the seedlings as well as for the main crop seedlings by sample plots, treatments and blocks. All the results were computed separately for both of the coniferous tree species. The differences between the treatments were computed using mixed models.

The most important results were the main crop seedlings. The number of main crop seedlings was highest in the treatment of harrowed completed with direct seeding. The diameters and heights of the main crop coniferous seedlings were the biggest in the treatment of harrowing. In Lapland, soil scarification appeared to be important to the development of the seedlings. Direct seeding increased the number of the seedlings, not the dimensions of them.

**Key words** Sowing, Harrowing, Seed tree felling

## SISÄLTÖ

<b>TAULUKKO JA KUVIOLUETTELO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2 METSÄNUUDISTAMISMENETELMÄN VALINTA LAPISSA .....</b>	<b>5</b>
2.1 UUDISTAMISEN TAVOITE JA UUDISTAMISMENETELMÄT .....	5
2.2 MÄNNYN UUDISTAMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	6
2.2.1 Ilmastotekijät.....	6
2.2.2 Sijainti.....	8
2.2.3 Maaperätekijät.....	9
2.3 UUDISTUSALAN MUOKKAUS .....	11
2.3.1 Muokkausmenetelmät männyn kasvupaikoilla .....	12
2.3.2 Vaikutus fysikaalisiin ja kemiallisiin olosuhteisiin.....	13
2.3.3 Maanmuokkauksen ajankohta .....	15
<b>3 MÄNNYN UUDISTAMISTAVAT .....</b>	<b>16</b>
3.1 MÄNNYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN SOVELTUVUUS POHJOIS-SUOMESSA .....	16
3.2 SIEMENPUUMENETELMÄ LAPISSA.....	18
3.2.1 Hakkuun myötä tapahtuvat muutokset.....	20
3.2.2 Siemenpuiden tiheyden vaikutus taimettumiseen .....	21
3.2.3 Siemenpuuhakkuun muut toimenpiteet.....	22
3.3 SEKAMENETELMÄ .....	23
3.4 KYLVÖ.....	24
3.4.1 Kylvön ajankohta ja menetelmät .....	24
3.4.2 Kylvössä käytettävä siemen.....	26
3.4.3 Siementen alkuperä ja siirtomahdollisuudet.....	27
<b>4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....</b>	<b>29</b>
4.1 KOEJÄRJESTELY .....	29
4.2 AINEISTON KERUU .....	30
4.3 AINEISTON KÄSITTELY .....	31
<b>5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....</b>	<b>34</b>
5.1 RUNKOLUKU .....	34
5.2 KESKIPITUUS .....	37
5.3 KESKILÄPIMITTA .....	39
5.4 KOEALAN KOON VAIKUTUS TULOSSIIN .....	40
5.5 TULOSTEN VERTAILUA JA TARKASTELUA .....	41
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>44</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>47</b>

**TAULUKKO JA KUVIOLUETTELO**

Kuvio 1. Koekentän sijainti ja rakenne .....	29
Taulukko 1. Männyn keskimääräiset arvot.....	35
Taulukko 2. Havupuiden keskimääräiset arvot .....	36
Kuvio 2. Koealan havupuiden ja mäntyjen taimien kokonais- ja kehityskelpoisten määrät/ha käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista. ....	37
Kuvio 3. Koealan havupuiden ja mäntyjen taimien kokonais- ja kehityskelpoisten pituudet käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista. ....	38
Kuvio 4. Koealan havupuiden ja mäntyjen taimien kokonais- ja kehityskelpoisten läpimitat käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista.....	40
Taulukko 3. Tulosten vertailu 2006 ja 2012 pienellä koealalla .....	42

## 1 JOHDANTO

Paljon on ollut epätietoisuutta siitä, mitä toimenpiteitä siemenpuumenetelmän tulisi käsittää Pohjois-Suomen männyn kangasmaiden uudistusaloilla, että päästäisiin parhaaseen lopputulokseen? (Lehto 1969, 9). Lapin metsien uudistamista ja sen vaikeuksia on selvitetty useilla inventoinneilla ja kokeellisilla tutkimuksilla. Näistä tutkimuksista suuri osa käsittelee Lapin luontaisen uudistamisen ongelmia. Luontaisen uudistamisen tutkimuksia on tehnyt muun muassa Aaltonen (1919), Lassila (1920), Sarvas (1937 ja 1950), Vaartaja (1952), Siren (1965) ja Lehto (1969). (Etholen 1972, 4.) Myös Hyppösen (2002) väitöskirjassa on käsitelty luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia Lapissa.

Pohjois-Suomen oloissa siemenpuunhakkuun mahdollisuuksista saa erittäin positiivisen kuvan valtakunnan metsien (VMI 4) inventoinnin tulosten perusteella (Lehto 1969, 8, 9). Koko maan siemenpuumetsiköiden osuus Lapissa oli (VMI 11) mukaan 76 prosenttia (Ylitalo 2012, 61). Onnistunut luontainen uudistaminen on riippuvainen useasta eri tekijästä. Uudistusalan käsittelyiden lisäksi onnistumiseen vaikuttavat myös uudistusalan kasvuolosuhteet ja hyvän siemensadon ajoittuminen uudistushetkeen. (Eskelinen 2000, 10–11; Hyppönen 2002, 52.)

Erityisesti Lapin olosuhteissa uudistamiseen liittyy runsaasti epävarmuutta, satunnaisuutta ja vaihtelua. Maanmuokkauksella voidaan vähentää epävarmuutta ja vaihtelua, mutta ei kokonaan poistaa. (Eskelinen 2000, 10–11; Hyppönen 2002, 52.) Lapissa männyn luontaisen uudistamisen epävarmuuden vuoksi luontainen uudistaminen vaatii lisää tutkimuksia (Hyppönen 2002, 52).

Ensimmäisessä Pohjois-Suomeen tehdyssä laajassa männyn luontaisen uudistamisen tutkimuksessa, havaittiin luontaisen uudistamisen johtavan ilman maanmuokkausta usein huonoon tai välttävään uudistamistulokseen. Tutkimuksen tulokset olivat erityisesti heikkoja Lapin pohjoisosissa. (Hyppönen 2002, 20; Hyppönen–Hyvönen–Valkonen 2002, 560.) Hyppönen ym. (2002, 559) havaitsivat männyn luontaisen uudistamisen epäonnistuneen siemenpuumenetelmällä noin puolella, silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien uudistusaloista 1960-, 1970- ja 1980-luvuilla. Epäonnistune-

seen uudistumiseen suurimpina syinä olivat maanmuokkauksen puuttuminen ja siemenpuiden kaatuminen myrskyjen seurauksena.

Metsien luontainen uudistaminen on lisääntynyt voimakkaasti Lapissa 1990-luvulla. Tämä on aiheuttanut huolta uudistamisen onnistumisesta, sillä Lapin erityisolosuhteissa luontaisesta uudistamisesta on ollut vähän tutkimustietoa. Aiheeseen liittyen tutkimusten vähäisyyden vuoksi on tehty osatutkimuksia. Useiden osatutkimusten mukaan maanmuokkaus vaikuttaa ratkaisevasti männyn luontaisen uudistamisen onnistumiseen. Taimien laatuvaikutuksien lisäksi maanmuokkaus lyhentää uudistamisaikaa. (Hyppönen 2002, 13, 18; Hyppönen–Hyvönen–Mäkitalo–Riissanen–Sepponen 2001, 6.) Lapin metsistä nykyisin noin kolmannes uudistetaan luontaisesti (Ylitalo 2012, 138).

Tutkimustyöni perustuu Rovaniemelle perustetun koekentän tuoreimpiin inventointituloksiin. Tutkimus on kokeellinen tutkimus. Koekenttä on perustettu keväällä 1989 kuivahkon kankaan sekametsikköön. Perustamisessa koekenttä hakattiin sekä osittain muokattiin ja kylvettiin. Koekenttä sisältää kolme lohkoa ja jokaisessa lohossa on kolme eri käsittelyruutua. (Hyppönen–Heikkinen–Hallikainen 2008, 269, 271.)

Koekenttää ja sen mittauksia on hyödynnetty jo kaksi kertaa aiemmin. Niissä mittaukset tehtiin vuosina 2001 ja 2008 eli 12 ja 18 kasvukauden jälkeen. Ensimmäisen kerran vertailtavat puustotunnukset olivat taimien kokonaismäärät puulajeittain, kehityskelpoisten taimien määrät puulajeittain sekä taimien pituuskehitys ja uudistumisnopeus, jossa on mukana männyn sekä kuusen taimet (Hyppönen–Kemppe 2002, 21–23). Toisen kerran vertailtavat puustotunnukset olivat kokonaistaimimäärät puulajeittain, kehityskelpoisten taimien määrät puulajeittain sekä männyn ja kuusen taimien keskipituus ja ikä (Hyppönen ym. 2008, 272, 273).

Ensimmäisessä tutkimuksessa männyntaimien kokonaismäärissä käsittelyjen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä kaikilla mittauskerroilla (Hyppönen–Kemppe 2002, 21). Männyntaimien kokonaismäärä ei toisessa tutkimuksessa poikennut merkitsevästi käsittelyjen välillä (Hyppönen ym. 2008, 272). Molemmissa töissä havaittiin kuitenkin, että taimia oli enemmän muokatulla sekä muokatulla ja kylvetyllä alalla kuin muokkaamattomalla alalla.



Aikaisemmissa tutkimuksissa kehityskelpoisten männyntaimien määrä oli vuonna 2000 muokatuilla aloilla ainakin kaksinkertainen muokkaamattomaan verrattuna. (Hyppönen ym. 2008, 272–273, 275; Hyppönen–Kemppe 2002, 21–22, 23.)

Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää maanmuokkauksen ja kylvön vaikutusta mäntysiemenpuualan luontaiseen uudistumiseen Lapissa. Ensimmäinen tavoite työssäni on verrata käsittelyjen välisiä eroja männyn luontaisen uudistamisen onnistumisessa ja taimien kehityksessä. Käsittelyt ovat muokkaamaton, äestys sekä äestys ja männyn kylvö. Toisena tavoitteena on verrata kahden erikokoisen mittauskoealojen vaikutusta mittaustuloksiin.

## **2 METSÄNUUDISTAMISMENETELMÄN VALINTA LAPISSA**

### **2.1 Uudistamisen tavoite ja uudistamismenetelmät**

Metsänhoidossa pyritään hyvään ja kannattavaan metsänhoitoon. Siinä pyritään toimimaan taloudellisen, ekologisen ja sosiaalisen kestävyysperiaatteiden mukaisesti. Hyvällä metsänhoidolla pyritään säilyttämään metsien tuotanto- ja uudistumiskyky sekä monimuotoisuus metsäluonnossa. (Keskimölä–Heikkinen–Keränen 2007, 6; Mälkönen 2003, 153, 154; Valkonen–Ruuska–Kolström–Kubin–Saarinen 2001, 10.) Tarkoituksena on, että jatkossakin Pohjois-Suomen metsät tarjoavat tuloja sekä työ ja virkistytymismahdollisuuksia (Keskimölä ym. 2007, 6; Valkonen ym. 2001, 10). Pohjois-Suomessa metsänhoitotöitä suunniteltaessa tulee ottaa useita sidosryhmiä huomioon niin, että niiden toimintaedellytykset säilyvät (Hyppönen 2002, 13; Keskimölä ym. 2007, 6; Valkonen ym. 2001, 10).

Uudistamisen tavoitteena on saada syntymään kasvupaikalle oikeiden puulajien muodostama, riittävän tiheä, tasainen, laadukas ja terve taimikko nopeasti, varmasti ja kohtuullisin kustannuksin. Uudistaminen todetaan päättyneeksi, kun syntynyt taimikko on vakiintunut. (Keskimölä ym. 2007, 8–9; Valkonen ym. 2001, 8.) Kasvatuskelpoiseksi taimikoksi eli vakiintuneeksi taimikoksi metsälaki määrittelee niin, että kasvatettavan puuston keskipituus on 1,3 metriä, eikä niiden kehitystä häiritse muu kasvillisuus (Metsälaki).

Metsien uudistamismenetelmät ovat luontainen uudistaminen ja viljely. Viljelytapoja ovat kylvö ja istutus. Sekamenetelmä on myös yksi uudistamismenetelmistä (Hyppönen–Hallikainen–Jalkanen 2005, 93; Keskimölä ym. 2007, 11; Luoranen–Saksa–Uotila 2012, 61). Taimikko voi syntyä myös ilman, että ihminen osallistuu sen syntymiseen aktiivisesti. Tätä sanotaan luontaiseksi uudistumiseksi. (Aalto-Kallonen–Janhonen–Kallela 1990, 69.)

On hyvä muistaa, että uudistamismenetelmän valinnassa lopullinen päätävältä on metsänomistajalla. Metsätoimihenkilöillä tulee kuitenkin olla valmius esitellä ja perustella metsänomistajille parhaat vaihtoehdot. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 75; Keskimölä ym. 2007, 6; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 41.) Metsälaki velvoittaa maanomistajan huolehtimaan uuden puuston aikaansaamisesta uudistushakkuun jälkeen. Uudistamishakkuun päättymisestä taimikon perustamistoimenpiteet tulee kolmen vuoden

kuluttua olla tehtynä. Käyttäessä luontaista uudistamista Lapissa, tulee perustamistoimenpiteiden olla tehtynä seitsemän vuoden kuluttua. Luontaista uudistamista käyttäessä muualla Suomessa, aika on kolme vuotta. (Metsäläki.)

## **2.2 Männyn uudistamiseen vaikuttavat tekijät**

Uudistamismenetelmän valinta on riippuvainen monista tekijöistä (Hyppönen ym. 2005, 56–57; Valkonen ym. 2001, 8, 22). Ensisijaisesti uudistamismenetelmän valintaan vaikuttavat biologiset ja ekologiset tekijät. Kasvupaikkatekijät ovat siis hyvin merkittävässä roolissa uudistamismenetelmän valinnassa. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 72–73; Valkonen ym. 2001, 8, 22).

Ilmasto- ja maaperätekijät ovat kaksi päätekijää, jotka vaikuttavat puuston kasvuun (Aalto-Kallonen ym. 1990, 13–14). Näitä tekijöitä on vaikea arvioida erikseen, sillä yleisesti samoja ilmastoalueita vastaavat samat kasvupaikkatyytit (Aaltonen 1919, 23). Metsien kasvua suurin rajoittava tekijä on viileä ilmasto (Aalto-Kallonen ym. 1990, 13–14).

Uudistamisen tulos on riippuvainen uudistamisprosesseista. Prosessit on yleensä jaettu kolmeen osaan. Prosesseja ovat siementyminen, taimettuminen ja metsittyminen. Prosessien kehittymiseen vaikuttavat luonnonolot sekä osittain ihmisen toiminta. Siementyminen männyn luontaisessa uudistamisessa käsittää kukkasilmujen muodostumisen, kukinnan ja pölytyksen, siementen tuleentumisen sekä varisemisen, leviämisen ja varastoitumisen. Taimettuminen käsittää siementen itämisen sirkkataimeksi, sirkkataimen kehittymisen ja kasvamisen taimikoksi. Metsittyminen tarkoittaa tavoitellun taimikon saavuttamista. (Hyppönen 2002, 14–16; Hyppönen ym. 2005, 35–37.)

### **2.2.1 Ilmastotekijät**

Termisellä kasvukaudella kuvataan sitä aikaa, jolloin kasvien elintoiminnot ovat käynnissä. Pohjois-Suomessa termisen kasvukauden pituus on noin sata vuorokautta. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 13–14.) Kasvukauden lämpösumman yksikkönä käytetään joko (°Cvrk) tai (d.d), degree days (Aalto-Kallonen ym. 1990, 14; Luoranen ym. 2012, 89). Lämpösumman avulla tarkastellaan puuntuotannon mahdollisuuksia. Havupuut eivät tule enää toimeen metsänrajan lähetyvillä, koska metsänrajan lähetyvillä lämpösumma

on (600 d.d.):n paikkeilla. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 14.) Lyhyt kasvukausi Lapissa on siis uudistamisen rajoittava tekijä (Hyppönen 2002, 18).

Metsäpuiden sopeutumisen kannalta tärkein tekijä on siis lämpötila ja sen seurauksena vuodenaajat. Lämpösummalla kuvataan puiden kasvukautta ja sen etenemistä. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 14–15; Luoranen ym. 2012, 88.) Alhainen lämpötila metsämaissa heikentää puuston tuotosta ja taimettumista, koska lämpötilalla on suuri merkitys uudistusprosessin kehittymiseen. Vaikka ilman lämpötila olisi suotuisa, voi maan alhainen lämpötila olla kasvien kehityksen esteenä. Ennen kaikkea kangasmaan lämpötila on riippuvainen ilman lämpötilasta. Ilmaston lämpöolojen perusteella metsäkasvillisuusvyöhykkeet rajautuvat pääpiirtein Suomessa. (Heiskanen 2003, 57.)

Kasvillisuus alentaa maan lämpöoloja, koska se vähentää maahan saapuva tulosäteilyä. Se vähentää myös ulossäteilyä ja massa virtausta ja näin tasoittaa lämpötilojen vaihtelua. Aukeaan alaan verrattuna puusto alentaa kuukausittaisia keskilämpötiloja useita asteita. Suhteellisen vähän maan lämpötila vaihtelee talvisin. Syynä tähän ovat lämpövaraston tasoittuminen eri maakerrosten välillä ja lumipeitteen eristävä vaikutus. (Heiskanen 2003, 58.)

Suuressa osassa Lappia hyvän siemensadon kehittyminen ja uudistusalan siementyminen ovat metsittymisen tärkeimmät tekijät (Lehto 1969, 20, 35, 106). Männyn siemensadon syntyyn tärkein tekijä on sen pölyttyminen (Eskelinen 2000, 11). Kasvukauden lämpötilalla ja sateilla on vaikutusta siemensadon määrään ja laatuun (Eskelinen 2000, 10; Lehto 1969, 20, 35, 106). Männyn hyvä lisääntyminen siemenistä vaati noin (900 d.d:n) lämpösumman (Aalto-Kallonen ym. 1990, 14; Hilli–Hokkanen–Hyvönen–Sutinen 2013, 8). Hyvälaatuiset ja runsaat sadot toistuvat Lapin talousmetsissä keskimäärin 10–20 vuoden välein. Etelä-Lapissa sadot toistuvat useammin kuin Pohjois-Lapissa. (Hyppönen ym. 2005, 142.)

Siemenen tuleentumiselle tärkeä tekijä on kasvukauden lämpösumma (Eskelinen 2000, 10). Kesä- syyskuun lämpötilan tulee olla vähintään (+10,5 °C), jotta männyn siemen tuleentuu. Ravinnetilan ohella sen tulisi olla asteen korkeampi. Koska männyllä siemenen muodostuminen on pitkäaikainen tapahtumasarja, lämpötilan puolesta männyn tyydyttävän siemensadon muodost-

tamiseen vaaditaan kolme peräkkäistä edullista kasvukautta. Termisten kasvukausien lämpötilojen tulisi olla pohjoisessa poikkeuksellisen korkeat. (Lehto 1969, 20.) Pohjois-Suomen olosuhteissa ratkaisevin tekijä siementuotantoon on siis Pohjois-Suomen termisen kasvukauden pituus (Etholen 1972, 4).

Lapissa laadultaan paras männyn siemen varisee toukokuun loppuun mennessä. Tällöin Lapin metsiköissä maanpinta on keskimäärin hyvin viileä. Jos maan lämpötila pysyy kasvukauden loppupuolelle viileänä, ei siemen kerkeä itämiselle saamaan riittäviä olosuhteita. Tällöin suurin osa männyn taimista tuhoutuu talven aikana. Myös suurin osa siemenistä tuhoutuu maassa ollessa itämättä. (Lehto 1969, 22, 23.) Männyn siemenet kulkeutuvat lenninsiipien avulla, joten tuulella on merkitystä siemenien levittäytymiseen luontaisessa uudistamisessa.

Tarvittava minimilämpötila männyn siemenen itämiseen on varsin alhainen, (5 - 6 °C). Täydellinen itäminen vaati kuitenkin huomattavasti korkeamman lämpötilan. Useasti Lapissa keskikesällä käy kuitenkin niin, että riittoisan lämpötilan johdosta maa on taas liian kuiva. Itäminen vaatii varsinkin kangasmailla riittävän korkean lämpötilan sekä sademäärän. Nuoret taimet vaativat myös itämisajankohdan jälkeen suotuisat sääolosuhteet. Sään tulisi olla erityisesti riittävän kostea. (Lehto 1969, 20, 22–23, 35, 106.)

Ilman keskilämpötilat laskevat etelästä pohjoiseen. Myös sademäärä vähenee pohjoista kohti, kuitenkin pohjoista kohti mentäessä humidisuus kasvaa, koska lämpötilan aleneminen vähentää veden haihduntaa. Pohjois-Suomessa metsämaiden korkeamman vesipitoisuuden ja alhaisemman lämpötilan vuoksi kangasmaat ovat viileämpiä. Maan lämpötiloihin suurilmastoltaan yhdenmukaisen metsäkasvillisuusvyöhykkeen sisällä vaikuttavat maalaji, topografia, rinteiden ilmansuunta ja kasvillisuus. (Heiskanen 2003, 57.)

### 2.2.2 Sijainti

Metsikön sijainnilla on siis vaikutusta sen ilmasto- ja kasvuolosuhteisiin (Hyppönen ym. 2005, 56–57; Lehto 1969, 18, 106). Lapin luonnonolot poikkeavat Etelä-Suomesta, mutta myös Pohjois-Suomen eri osissa luonnonolot ja metsätalouden edellytykset ovat hyvin erilaiset. Pohjois-Suomessa vallitsee kylmä ja kostea ilmasto. (Hyppönen–Salminen 2013, 3, 7; Keskimölo ym.

2007, 7.). Lapissa metsikön lämpö- ja kosteusolosuhteisiin vaikuttavat sen pohjoisuus ja korkeus. Lapin ilmastoon siis vaikuttavat sen sijainti ja korkeus merenpinnasta. (Hyppönen ym. 2005, 56; Hyppönen–Salminen 2013, 3, 7; Keskimölo ym. 2007, 7; Lehto 1969, 106; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 77.) Uudistamistulokseen vaikuttaa merkitsevän negatiivisesti uudistusalan korkeus merenpinnasta (Hyppönen ym. 2002, 559).

Lapin korkeille maille luontainen uudistaminen ja kylvö on todettu soveltuvan heikommin kuin istutuksen (Hyppönen ym. 2005, 57; Keskimölo ym. 2007, 18; Luoranen–Saksa–Finer–Tamminen 2007, 53). Luontainen uudistaminen ei sovellu näille aloille, koska pitkään kestävä lumi, ilman viileys sekä heikko siemenien tuleentuminen eivät anna siihen mahdollisuuksia (Lehto 1969, 18; Luoranen ym. 2007, 53). Nämä maat ovat myös usein paksukuntaisia, tiiviitä ja viljavia (Luoranen ym. 2007, 53). Männyn luontaisen uudistamisen kannalta merenpinnasta 250- 300 metrin korkeusviiva näyttää olevan merkityksellinen. Näiden korkeuksien yläpuolella uudistamisolosuhteet metsissä huononevat huomattavasti verrattuna alempiin metsiin. (Lehto 1969, 18.)

Lapissa ilmasto-olosuhteiden vuoksi siemensadot ovat vähäisempiä ja harvemmin toistuvia kuin etelämpänä alavilla mailla (Eskelinen 2000, 9; Hyppönen ym. 2005, 56; Keskimölo ym. 2007, 7; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 77). Tämä rajoittaa luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia Lapissa (Aaltonen 1919, 97). Lapissa luontaisen uudistumisen onnistumiseen siemensadon laatu on ratkaisevampi tekijä kuin sen runsaus (Heikinheimo 1931, 14).

### 2.2.3 Maaperätekijät

Maaperätekijöillä on merkitystä uudistamismenetelmän valinnassa (Aalto-Kallonen ym. 1990, 72; Luoranen ym. 2012, 38; Valkonen ym. 2001, 8). Maaperätekijät käsittävät maan fysikaaliset, kemialliset ja biologiset ominaisuudet (Pietola 2011, 5; Tikkanen 2004). Maalajilla on vaikutus kasvupaikan viljavuuteen (Luoranen ym. 2012, 38–39). Maaperän fysikaalisilla ominaisuuksilla pyritään kuvamaan maan lämpö ja vesiominaisuuksia. Kemiallisilla ominaisuuksilla kuvataan maaperän ravinteita ja happamoittavia tekijöitä. (Derome 2003, 71–80; Heiskanen 2003, 57, 60; Pietola 2011, 6; Tikkanen 2004.) Ravinteiden saantiin ja haitallisten aineiden liukoisuuteen sekä maan-

päällisten osien toimintaan on pH:n muutoksilla vaikutusta (Helmisaari–Lehto–Makkonen 2003, 127).

Pohjoisessa ilmasto-olosuhteiden vuoksi eloperäinen aines hajoaa hitaasti ja tämän vuoksi kivennäismaille kertyy lahoamatonta raakahumusta. Pohjoisessa epäsuotuisien maaperä olosuhteiden vuoksi siemenien itäminen on epävarmempaa ja taimien kuolleisuus suurempaa kuin Etelä-Suomessa. Myös sienitautien riskit ovat suurempia kuin Etelä-Suomessa. Pohjoisessa siis valitseva paksuhumuskerros ja maaperän tiiviys vaikeuttavat uudistamista. (Keskimölo ym. 2007, 7–8.) Männyn uudistumiseen kangashumuksella on tunnetusti negatiivinen vaikutus (Hyppönen–Hallikainen 2013, 39).

Kasvupaikkojen viljavuus määrittävät oikean puulaji valinnan ja mitä uudistamis- ja muokkausmenetelmää on käytettävä (Luoranen ym. 2012, 38). Mustikkatyyppejä huonommilla metsätyypeillä on männyn taimettuminen ja tuotto todettu parhaaksi (Heikinheimo 1931, 36–37, 72). Suomessa metsämaiden maalajisuhteet ovat pääasiassa samantyyppiset. Maan pohjoispuoliskolla on kuitenkin karkeiden ja keskikarkeiden maiden osuus hieman suurempi. (Heiskanen 2003, 60, 61.)

Karkeajakoiset maat uudistuvat luontaisesti yleensä herkästi (Aalto-Kallonen ym. 1990, 72; Luoranen ym. 2012, 38). Tällaiset karkeajakoiset hiekkakan-kaat ovat kuivia, vähän ravinteikkaita ja heikosti routivia. Nämä ominaisuudet johtuvat taas suuresta maalajin raekoosta heikosta vedenpidätyskyvystä sekä kapilaariveden noususta. (Heiskanen 2003, 61; Luoranen ym. 2007 13; Luoranen ym. 2012, 38–39, 57.) Näiden tekijöiden vuoksi karkeajakoiset maat ovat vähemmän viljavia kasvupaikkoja. Nämä ovat yleisesti männylle sopivia luontaisia uudistuskohteita ja niissä voidaan käyttää myös kylvöä. (Luoranen ym. 2012, 38–39, 57.)

Mänty on luonnostaan karulla kasvupaikalla hitaasti kasvava puulaji ja se kykenee muodostamaan juuriston maaperän veden ja ravinteiden saannin mukaan (Niska–Levula 1986, 104). Männyllä on myös erilaisille kasvupaikoille sopeutunut ja voimakkaasti kehittynyt paalujuuristo, kuivilla hiekkamailla se saavuttaa tyypillisimmät piirteensä. Vettä ja ravinteita puut ottavat mykorritsojen ja hienojuurten kautta. (Helmisaari ym. 2003, 116, 122.)

Metsän puustolla, jossa on hyvät siementämisen edellytykset puoltavat luontaista uudistamista. Myös uudistuskypsän metsän puiden laatu ja rakenne siis ohjaavat uudistusmenetelmän valinnassa luontaisen ja viljelyn välillä. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 72–73; Hyppönen ym. 2005, 57.) Uudistettaessa tervettä ja hyvinvoivaa metsää on turha vaihtaa puulajia, ilman järkiperaisia syitä. Uudistamismenetelmän hakkuutavan tulee myös sopia kasvatettavalle puustolle. (Aaltonen 1919, 5.)

Korkeilla alueilla lumikausi on pitkä, tällöin pienet taimet ovat lumen alla kauan alttiina tuhosienille. Uudistamisessa tulee myös ottaa huomioon tykky-tuhoriski. (Hyppönen ym. 2005, 56–57.) Lapin ankarien kasvuolosuhteiden vuoksi on pintakasvillisuuden kilpailu vähäistä ja harvoin siitä on haittaa männyn taimettumiselle. Ihminen voi myös parantaa taimettumisolosuhteita metsänhakkuilla ja maanpintaa käsittelemällä. (Hyppönen 2002, 17–19.)

### **2.3 Uudistusalan muokkaus**

Nykyiset maanmuokkausmenetelmät ovat ojitusmätästys, naveromätästys, laikkumätästys, kääntömätästys, laikutus ja äestys. Oikealla maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa koko uudistamisketjun kustannustehokkuuteen, koska maanmuokkaus oikein tehtynä pienentää kylvökustannuksia, vähentää taimikonhoitotöitä, saadaan parempi kasvu ja taimet säilyvät paremmin elossa (Aalto-Kallonen ym. 1990, 132; Hyppönen ym. 2005, 66; Immonen ym. 2000, 2; Luoranen ym. 2007, 7, 22; Luoranen ym. 2012, 72; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 37). Maanmuokkauksen vaikutukset näkyvät myös koko metsikön kiertoajan tuotoksessa (Immonen ym. 2000, 2–3; Luoranen ym. 2007, 7).

Kun maanpinta ei tarjoa tarpeeksi suotuisia olosuhteita siementen itämiselle ja taimien alkukehitykselle, tulee uudistamisessa huolehtia nämä olosuhteet kuntoon käyttämällä maanmuokkausta (Lehto 1969, 5). Maanmuokkaus parantaa maaperän fysikaalisia sekä kemiallisia ominaisuuksia ja näin ollen myös metsän uudistumisen edellytyksiä (Immonen ym. 2000, 2–3, 12; Keskimölo ym. 2007, 12; Niska–Levula 1986, 99). Maanmuokkauksella on siis suuri vaikutus uudistusalan taimien määrään sekä niiden alkukehitykseen eli metsänuudistamisen onnistumiseen (Eskelinen 2000, 11; Immonen ym.



2000, 2–3, 12; Keskimölo ym. 2007, 12; Luoranen ym. 2007, 22; Niska–Levula 1986, 99, 103; Norokorpi 1983, 60, 63, 65).

Käyttämällä maanmuokkausta männyn luontainen uudistaminen onnistuu Lapissa myös tuoreilla kankailla (Aalto-Kallonen ym. 1990, 80; Hyppönen 2002, 18; Hyppönen ym. 2005, 66). Usein maanmuokkauksen vaatii myös kuivahkon kankaan luontainen uudistusala. Tällä kasvupaikalla se on silloin välttämätöntä, kun maaperä on paksuhumuksista. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 80; Hyppönen ym. 2005, 66.)

### 2.3.1 Muokkausmenetelmät männyn kasvupaikoilla

Luontaisessa uudistamisessa käytettäviä muokkausmenetelmiä ovat äestys ja laikutus (Aalto-Kallonen ym. 1990, 82; Hyppönen ym. 2005, 65; Immonen ym. 2000, 7–8; Keskimölo ym. 2007, 14; Luoranen ym. 2007, 41–44, 55; Luoranen ym. 2012, 78). Nämä ovat niin sanottuja maanpintaa paljastavia muokkausmenetelmiä. Äestys ja laikutus sopivat karkeille ja keskikarkeille kuivahkon kankaan kohteille sekä tuoreen kankaan karkeille uudistuskohteille joiden vesitalous on kunnossa. (Immonen ym. 2000, 4; Keskimölo ym. 2007, 14; Luoranen ym. 2012, 79.) Myös pintakasvillisuuden kilpailu tulee olla vähäistä näillä kohteilla (Luoranen ym. 2012, 79). Äestystä käytetään vain kivennäismailla (Luoranen ym. 2007, 26; Luoranen ym. 2012, 79). Biologisena etuna äestyksessä on, että se ei vahingoita siemenpuiden juuristoa (Norokorpi 1983, 64).

Äestyksessä tehdään jatkuvaa vakoa kivennäismaan paljastamiseksi. Vako on (60 - 80 cm) leveä. Hehtaaria kohden äesvakoa on tehtävä 4000 - 5000 metriä. (Luoranen ym. 2007, 26, 42; Luoranen ym. 2012, 78.) Rinteissä vakoihin jätetään katkoja maan eroosion ja veden virtausten vähentämiseksi (Immonen ym. 2000, 8; Luoranen ym. 2007, 42; Luoranen ym. 2012, 78; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 37).

Laikkuja tulee uudistusosalalla olla 4000 - 5000 kappaletta hehtaarilla kylvöä ja luontaista uudistamismenetelmää käyttäessä. Laikut ovat leveydeltään ja pituudeltaan noin (50 - 70 cm). (Luoranen ym. 2007, 44; Luoranen ym. 2012, 78.) Taimien menestymisen kannalta pienet laikut kylvössä ovat parempia.

Kylväessä pieniin laikkuihin roustetuhot ovat vähäisempiä. (Luoranen ym. 2012, 78.)

Laikutuksessa pyritään paljastamaan kivennäismaata vain tarpeellinen määrä. Tavoitteena on paljasta noin 20 - 25 prosenttia uudistus pinta-alasta. Laikut pyritään sijoittamaan alueen korkeimpiin kohtiin, tällä pyritään siihen että pintavesi ei pääse häiritsemään taimien kehitystä. (Immonen ym. 2000, 8.) Näillä muokkausmenetelmillä poistetaan siis vain humuskerros kivennäismaan paljastamiseksi. (Hokajärvi 1997, 16; Immonen ym. 2000, 2, 8; Kinnunen 1989, 9,11; Luoranen ym. 2007, 26; Luoranen ym. 2012, 78.)

### 2.3.2 Vaikutus fysikaalisiin ja kemiallisiin olosuhteisiin

Kivennäismaapinnan lämpö kohoaa nopeammin kummitakerroksen poistamisen myötä. Kivennäismaan lämpötilan nopea kohoaminen on erityisesti tärkeä keväällä. Mitä nopeampaa lämpötila kohoaa, sitä nopeampaa on siementen itäminen. Nopeamman lämpötilan nousun myötä saavutetaan myös juurten kehittymiselle otolliset lämpöolosuhteet. (Luoranen ym. 2007, 21–22.)

Männyn uudistamisaloilla maalaji on usein hyvin vettä läpäisevää karkeaa ja keskikarkeaa maata. Maanmuokkauksen tarkoitus näille männyn luontaisen uudistamisen kohteille on luoda hyvät itämisolosuhteet siemenille. (Luoranen ym. 2007, 19, 41, 55.) Muokatuilla aloilla itämiseen tarvitsevan kosteuden siemenet pääsevät paremmin imemään maavedestä (Luoranen ym. 2007, 19, 41; Norokorpi 1983, 61). Muokkausjäljessä on myös pienen sateen veden käyttö vapaasti taimien käytössä.

Kuitenkin luontaisessa uudistamisessa ja kylvössä on hyvä jättää hieman kangashumussekoitusta muokkausjälkeen. Kangashumussekoitus parantaa itämisolosuhteita, koska se parantaa vedenpidätuskykyä. Humuksen läheisyys kasvualustassa parantaa myös kasvualustan ravinnepitoisuutta. (Luoranen ym. 2007, 19, 22, 26–28, 42, 44; Norokorpi 1983, 63, 64.) Kylvössä jätetty humussekoitus vähentää myös kylvökohteilla pintaeroosioita eikä hiekkaa tällöin pääse huuhtoutumaan pois rankkasateilla kylvökohdista. Kylvössä siemenet pyritään kylvämään lähelle äesvaon reunaan. (Luoranen ym. 2012, 78, 79.)

Kosteusolojen tasoittamisen lisäksi humussekoitus suojaa siemeniä auringon paahteelta ja tuulelta. Taimettumisvaiheessa suotuisat kosteusolot on todettu olevan ratkaisevan tärkeitä. Veden mukana tiedetään humuksesta liukenevan myös itämistä edistäviä aineita. Taimille elintärkeiden juurisienten kehittymistä helpottaa humuksen läheisyys. (Norokorpi 1983, 63, 64.) Välttämätöntä itämiselle ja taimien alkukehitykselle on, että siemen pääsee kivennäismaan pinnalle tai ainakin lähelle sitä. Muussa tapauksessa siemen on alttiina kuivuudelle, liian suurille kosteusvaihteluille ja tällöin se myös kärsii ravinteiden puutteesta. (Aaltonen 1919, 164.) Kangasmailla taimille käyttökelpoisia ravinteita on eniten kivennäismaan pintakerroksessa sekä humuskerroksessa (Luoranen ym. 2007, 22).

Toimiakseen ja kasvaakseen taimien juuret tarvitsevat vettä, lämpöä ja happea (Luoranen ym. 2007, 19, 22). Kohonneen kivennäismaan lämpötilan seurauksena kehittynyt taimien juuristo nopeuttaa myös versojen alkukehitystä (Niska–Levula 1986, 104). Muokkauksen myötä kosteuden lisääntyminen estää myös sirkkataimien kuivumisen (Norokorpi 1983, 61, 65).

Pintakasvillisuuden haittavaikutukset ovat pienemmät muokatulla maaperällä (Eskelinen 2000, 11). Taimilla sekä pintakasvillisuuden välillä on kilpailua ravinteista, sillä molemmat ottavat ravinteita maan pintakerroksesta (Aaltonen 1919, 164). Ravinteiden lisäksi taimien ja pintakasvillisuuden välillä on kilpailua kasvutilasta, vedestä ja valosta. Pintakasvillisuuden aiheuttamista haitoista muokkausjälki on vapaa Pohjois-Suomessa kolmesta viiteen vuoteen, riippuen alan viljavuudesta sekä käytetystä muokkausmenetelmästä. (Luoranen ym. 2007, 22–23.)

Jos tuoreella kankaalla käyttää äestystä, sammaloituu se umpeen kahdesta kolmeen vuoteen mennessä (Aalto-Kallonen ym. 1990, 81). Tiettyyn rajaan asti voi kuitenkin kasvipeitteen lisääntyminen parantaa muokkausjäljen taimettumista vähentämällä pintaroutaa ja tasoittamalla kosteusoloja (Norokorpi 1983, 61). Maanmuokkauksessa tulee siis käyttää menetelmää joka on mahdollisimman kevyttä ja kasvupaikalle sopivaa (Keskimölo ym. 2007, 12; Niska–Levula 1986, 105).

### 2.3.3 Maanmuokkauksen ajankohta

Sekä äestyksessä että laikutuksessa paras muokkausajankohta on viljelyvuonna. Tämä koskee laikutuksessa nimenomaan kangasmaita. Nämä muokkaustavat ajallisesti onnistuvat myös viljelyä edeltävänä syksynä. (Luorinen ym. 2007, 42, 44.) Luontaisessa uudistamisessa uudistamistuloksen varmistamiseksi ja parantamiseksi tulisi maanmuokkaus ajoittaa siemensadon yhteyteen (Hilli ym. 2013, 13; Hokajärvi 1997, 16; Hyppönen 2002, 19; Hyppönen ym. 2005, 66; Luorinen ym. 2007, 42, 44). Pohjoisessa ajoittamisessa on yleensä pelivaraa, koska pohjoisessa muokkausjälki pysyy useita vuosia taimettumiskunnossa (Hyppönen ym. 2005, 66; Norokorpi 1983, 61). Norokorven tutkimus osoittaa, että itävää siementä saadaan huonompinakin siemenvuosina (Norokorpi 1983, 60).

Maanmuokkauksella on myös kompensoiva vaikutus huonoihin siemensatoihin (Hyppönen 2002, 18). Tätä mieltä on myös Heikinheimo. Maanmuokkauksen käytön myötä taimettuminen onnistuu tiheilläkin siemenpuu aloilla. (Heikinheimo 1931, 75, 80.) Maanmuokkauksen positiivinen vaikutus ei kuitenkaan aina riitä siihen, että Pohjois-Lapissa sekä korkeilla mailla metsäasetuksen säätämässä ajassa saavutetaan riittävä taimiaines (Hyppönen 2001, 100).

### 3 MÄNNYN UUDISTAMISTAVAT

#### 3.1 Männyn luontaisen uudistamisen soveltuvuus Pohjois-Suomessa

Seuraavien männyn uudistamistapojen lisäksi, männyn uudistamiseen kuuluu myös männyn istutus. Männyn istutusta on turha käydä tässä läpi, koska se ei kuulu tutkimustyöni aihealueeseen. Lähtökohtaisesti metsikkö pyritään uudistamaan luontaisesti, jos riittävä taimiaines saadaan syntymään kohtuullisessa ajassa ja kohtuullisin kustannuksin ilman viljelyä (Aalto- Kallonen ym. 1990, 68; Hokajärvi 1997, 16–17; Hyppönen ym. 2005, 60; Keskimölo ym. 2007, 11; Norokorpi 1983, 57). Jos luontainen uudistaminen on etukäteisarvion mukaan epävarmaa tai epäonnistumisen riski on suuri, tulee metsikkö uudistaa viljellen. (Keskimölo ym. 2007, 11).

Männyn luontainen uudistaminen soveltuu kuiville, kuivahkoille kankailla sekä kalliolle ja erityisen kivisille kohteille (Luoranen ym. 2012, 60). Pohjois-Suomessa myös tuoreille kankailla (Hyppönen ym. 2005, 63). Luontainen uudistaminen tehdään enimmäkseen männylle, sillä kuusen luontaisesta uudistamisesta on ollut huonoja kokemuksia (Hyppönen ym. 2005, 62). Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuus Pohjois-Suomen tuoreille kankailla selittyneen osittain sillä, että ne ovat karumpia kuin Etelä-Suomen tuoreet kankaat (Lehto 1969, 25). Lisäksi Lapissa tuoreilla kankailla on todettu männyn tuoton ja tuotoksen olevan parempia kuin kuusella, myös tämän vuoksi tuoreilla kankailla ja sitä karummilla mailla uudistamisessa käytetään mäntyä. (Hyppönen ym. 2005, 57.)

Keskimääräisissä olosuhteissa Lapissa luontaisella uudistamisella saavutetaan juuri ja juuri riittävä taimiaines uudistusalueelle metsälain soveltamisohjeen määrittämässä ajassa (Hyppönen ym. 2005, 66, 68). Tyydyttäväksi taimiainekseksi luetaan sellaiset taimet, jotka ovat kasvupaikalle sopivia, taimia on riittävästi ja tasaisesti sekä niiden tulee laadultaan olla kasvatuskelpoisia (Lehto 1969, 65). Aika ei kuitenkaan aina riitä Pohjois-Lapissa ja korkeilla mailla. Metsätalouden näkökulmasta tutkimusten mukaan mänty uudistuu luontaisesti liian hitaasti korkeiden maiden uudistusaloilla. (Hyppönen ym. 2005, 66, 68.)

Luontaisen uudistamisen uudistamisajan pituus on ihmistoimin jossakin määrin säädettävissä. Metsätalouden voimaperäisyyden mukaan voidaan soveltaa siemenpuumenetelmän tehokkuuden muotoa. Tarvittaessa siis hakkuun lisäksi otetaan käyttöön maanpinnan käsittely ja kylvö. (Lehto 1969, 6.) Harvoin siis saavutetaan hyvä taimikko männyn luontaisella uudistamisella, jos uudistaminen jätetään pelkkään uudistushakkuuseen. Hyvään uudistamistuloksen saavuttamiseksi tulee huolehtia hakkuunjälkeisistä toimenpiteistä. Näitä toimenpiteitä ovat maanmuokkauksen ja kylvön lisäksi: raivaus, ylispuiden poisto ja taimikonhoitotyöt. (Aalto- Kallonen ym. 1990, 78–79; Luoranen ym. 2012, 60.) Nämä hakkuun jälkeiset toimenpiteet muodostavat niin sanotun uudistamisketjun (Aalto-Kallonen ym. 1990, 78–79).

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeissa on todettu, että männyn luontaisessa uudistamisessa riittävän tiheän taimikon saavuttamiseksi siemeniä tulisi olla puolesta kilogrammasta kilogrammaan hehtaaria kohden. On myös tuloksia joissa kymmenen kiloa siemeniä hehtaari kohden ei riitä. Tällöin metsittyminen ei ole riippuvainen niinkään siemenien määrästä vaan alan taimettumiskyvystä. (Heikinheimo 1931, 21–22.)

Männyn siemensadon laatu ja määrä ovat riippuvaisia, kuinka siemenen kehityksen eri vaiheet onnistuvat. Siementen vajaa tuleentuminen johtaa heikkoon siemensatoon, tämä taas johtaa alhaiseen itävyYTEEN. (Hilli ym. 2013, 8.) Siemenien siemennyskykyyn vaikuttaa myös niiden kulkema matka, kauemmaksi emäpuusta kulkeutuneen siemenen siemennyskyky on heikompi. Tällöin siemen on pitempään tuulen sekä myös maata pitkin kulkiessa lumen aiheuttamille vaurioille. (Heikinheimo 1931, 19).

Aaltonen (1919) ja Lehto (1969) ovat kuitenkin todenneet, että heikoista siemensadoista huolimatta männyn luontainen uudistuminen Pohjois-Suomessa onnistuu hyvin (Hyppönen 2001, 100). Sarvas (1937) todistaa suhteellisen hyvän luontaisen uudistamiskyvyn sillä, että mäntyvaltaisissa metsissä on ennen uudistushakkuuta uudistamiseen käyttökelpoista männyn alikasvosta (Hyppönen 2001, 100, 111; 2002, 10). Lapin humidinen ilmasto, edulliset säteilyolosuhteet sekä vähäinen pintakasvillisuuden kilpailu puoltavat hyvää luontaista uudistumiskykyä Lapissa (Hyppönen 2001, 111; 2002, 10).

### 3.2 Siemenpuumenetelmä Lapissa

Yleisesti männyn luontaisessa uudistamisessa käytetään siemenpuumenetelmää (Hyppönen 2002, 13; Lehto 1969, 6, 7). Reunametsän siemennystä, kaistalehakkuuta tai valtapuuston alla olevaa alikasvosta voidaan myös luontaisessa uudistamisessa käyttää hyväksi (Aalto-Kallonen ym. 1990, 81; Hokajärvi 1997, 16; Hyppönen 2002, 13; Hyppönen ym. 2005, 62; Keskimölo ym. 2007, 13).

Siemenpuumenetelmä luontaisessa uudistamisessa on kustannuksiltaan kohtuullisen edullinen ja täten houkutteleva uudistamisvaihtoehto (Rautio–Hyppönen–Hallikainen–Niemelä 2013, 13). Menetelmässä uudistusalan siementyminen edellytetään tapahtuvan suhteellisen harvaan jätetyistä siemenpuista (Lehto 1969, 5). Jätettyjen siemenpuiden tulee olla terveitä, elinvoimaisia sekä teknisesti hyvälaatuisia (Hyppönen ym. 2005, 63; Keskimölo ym. 2007, 13; Lehto 1969, 5; Luoranen ym. 2012, 60). Lehdon tutkimuksen mukaan siemenpuumenetelmän esteenä ei ole ollut siemenpuiden ikä (Lehto 1969, 45).

Siemenpuuhakkuussa jätetään 50 - 150 siemenpuuta uudistusaluealle (Luoranen ym. 2012, 60). Pohjois-Suomessa menetelmässä jätetään tavallisesti 50 - 80 kappaletta siemenpuuta hehtaaria kohden. Pohjois-Suomen eteläosissa hyvissä olosuhteissa hehtaarin uudistusala taimettuu 20 - 50 siemenpuulla. Siemenpuut tulisi mieluiten jättää tasaisesti yksittäin. Jos siemenpuita jätetään ryhmiin, ne eivät saa koostua heikkolatvaisista puista. (Hyppönen ym. 2005, 63; Keskimölo ym. 2007, 13.) Siemenpuuhakkuumenetelmän uudistusalan koko ei rajoita menetelmän käyttöä, koska siemennys tapahtuu tasaisesti jätetyistä siemenpuista (Aaltonen 1919, 317). Esimerkiksi reunametsän siemennyksen käyttö soveltuu vain pienialaisille uudistusaloille.

Siemenpuumenetelmää käytettäessä metsikössä, jossa kasvatushakkuut on jäänyt tekemättä. Tehdään ainakin yksi väljennyshakkuu, jolla valmistetaan metsikköä siemenpuuhakkuuseen. (Lehto 1969, 5.) Tarkoituksena tässä on antaa tilaa tuleville siemenpuille ja näin tulevien siemenpuiden siemennyskyky paranee ja ne kestävät myrskyjä paremmin (Lehto 1969, 5). Kun metsikössä on tehty säännöllisesti kasvatushakkuuta, tehdään siemenpuuhakkuu

suoraan uudistusajan koittaessa (Lehto 1969, 5). Sillä hoidetuissa metsissä siementen määrä on korkeimmillaan (Heikinheimo 1931, 14).

Pohjois-Lapissa ja suojametsäalueella käytetään myös kaksi vaiheista siemenpuuhakkuumenetelmää (Hokajärvi 1997, 39; Hyppönen ym. 2005, 63; Keskimölo ym. 2007, 18). Tässä menetelmässä luontaista uudistamista ja taimien alkukehitystä voidaan edistää väljennyshakkuulla. Väljennyshakkuussa jätetään puita 300 kappaletta hehtaarille kasvamaan. Väljennyshakkuu tulisi suorittaa noin kymmenen vuotta ennen siemenpuuhakkuun ajankohtaa, jolloin taimettuminen on jo alkanut. (Keskimölo ym. 2007, 18; Salokannel–Hyppönen–Hallikainen 2013, 20.) Väljennyshakkuulla Lapissa uudistamista voidaan Lehdon (1969) mukaan nopeuttaa jopa kolmellakymmenellä vuodela. Jos väljennyshakkuun myötä alalla on kasvatuskelpoinen taimikko, säästytään myös maanmuokkaukustannuksilta. (Salokannel ym. 2013, 20, 24.)

Ensimmäisessä vaiheessa siemenpuita jätetään uudistusalueelle 80 - 150 kappaletta hehtaarille, Hokajärven mukaan 80 - 120 kappaletta hehtaarille ja vuoden 2007 Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksen mukaan 70 - 150 kappaletta hehtaarille. Kun taimettuminen on alkanut, pudotetaan siemenpuiden määrä 20 - 50 siemenpuuhun hehtaarille, Hokajärven ja Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksen mukaan 30 - 50 siemenpuuhun hehtaarille. (Hokajärvi 1997, 39; Hyppönen ym. 2005, 63; Keskimölo ym. 2007, 18.) Siemenpuut poistetaan ylispuuhakkuulla, kunnes taimikko on vakiintunut (Hyppönen ym. 2005, 63; Keskimölo ym. 2007, 13). Mitä enemmän on siemenpuita alalla, sen kiireellisempi ne on sieltä poistaa (Norokorpi 1983, 65).

Siemenpuiden poisto voidaan tehdä yhdellä kerralla, mutta siinä voidaan käyttää myös useita vaiheita. Siemenpuiden poisto voidaan suorittaa kohtuullisen nopeasti, mikäli kylvö ja luonnon siemennys johtaa nopeasti hyvään tulokseen. Ylispuiden poistoa joudutaan viivästyttämään, mikäli taimettuminen on kylvöstä huolimatta vajavaista. Viivästyttämisellä odotetaan täydennystä luonnon siemenistä. (Lehto 1969, 5.) Ylispuiden käsittelyllä on vaikutusta uudistusajan pituuteen sekä uudistusaikana saatavaan tuottoon (Heikinheimo 1931, 88). Viivästyttäminen ei saa ylittää metsälain säättämää seitsemän vuoden uudistusaikaa (Hyppönen ym. 2005, 66).



Pohjois-Suomen karuissa olosuhteissa siemenpuiden poiston ajankohta on kaksitahoinen, sillä harvakin siemenpuusto haittaa taimien kehitystä (Hyppönen ym. 2005, 63). Esimerkiksi Koillis-Lapin mäntysiemenpuualojen inventoinnissa on havaittu, että valtataimien ollessa kahdenkymmenen metrin etäisyydellä siemenpuusta verrattuna kymmeneen metriin, on taimien pituus ollut keskimäärin viisitoista senttimetriä pidempi. (Hyppönen ym. 2005, 63–65.) Jos ylispuiden poisto jää tekemättä, pysähtyy taimien kehitys ja metsikön syntyminen (Aaltonen 1919, 133, 153; Heikinheimo 1931, 53).

### 3.2.1 Hakkuun myötä tapahtuvat muutokset

Yleensä siemenpuuston siemensato on heti hakkuun jälkeen pienimmillään. Hakkuu muuttaa ympäristötekijöitä ja muutos aiheuttaa puihin kasvureaktion. Muun muassa tuulisuus lisääntyy, jonka vuoksi siemenpuiden pienjuuret repeytyvät ja tämä vaikeuttaa puiden veden ja ravinteiden saantia. Valoisuus myös lisääntyy hakkuun seurauksena ja latvuksien niin sanotut varjoneulaset eivät kykene tällöin yhteyttämään. Lisääntyneen valoisuuden myötä varjoneulaset uusiutuvat valoneulasistoksi (Lehto 1969, 48, 49.) Uusiutuminen kuluttaa puiden energiavaroja.

Tämä ilmiö kestää yleensä kolmesta neljään vuoteen, jonka jälkeen hakkuun positiiviset vaikutukset siementuotantoon alkavat näkyä. Siemensato tulee siis kasvamaan runsaammaksi, koska ravinteiden saanti helpottuu ja lämpö sekä valon osuudet lisääntyvät. Siemenpuiden elpymisaikaan vaikuttavat puiden latvuskoko sekä tiheys metsikössä ennen hakkuuta. Yleisesti on tunnettu, että alle satavuotiaat siemenpuut elpyvät nopeammin kuin yli sata-viisikymmentävuotiaat. (Lehto 1969, 49, 50, 51.)

Kun hakkuu tehdään talvella, seuraavana keväänä samanlaatuiset puut hakaamattomissa saman metsikön osassa siementävät saman verran. Talvihakkuulla ei siis ole vaikutusta ensimmäisen kevään puukohtaiseen siemensatoon, koska kukkiminen tapahtuu jo kaksi vuotta ennen siemenen varisemista. (Lehto 1969, 49.) Lisäksi männyn siementuotanto vaati yhden lisävuoden emikukkien syntymisen vuoksi (Hyppönen ym. 2005, 37). Erityisen suuri ero puukohtaisessa siementuotannossa sulkeutuneen metsän sekä toipuneiden siemenpuualojen välillä on heikkoina satovuosina (Lehto 1969, 49, 50).

### 3.2.2 Siemenpuiden tiheyden vaikutus taimettumiseen

Jätettävien siemenpuiden määrä on riippuvainen monesta tekijästä, tämän vuoksi siemenpuiden tiheydelle on vaikea antaa yleispätevää määritelmää. Määrään vaikuttaa ainakin hyvät siemenvuodet. (Aaltonen 1919, 317.) Yleensä pitkälatvuksisilla puilla on paremmat edellytykset runsaaseen siementuotantoon (Lehto 1969, 48). Siemenpuiden valinnassa tulisi keskittyä säännöllisesti kehittyneisiin vallitsevan latvuserroksen puihin. (Heikinheimo 1931, 83). Yksinkertaisesti sanottuna siemenpuut valitaan metsikön valta-  
puista.

Uudistamisen onnistumiselle siemenpuiden lukumäärällä on merkitystä usealla eri tavalla. Siemenpuiden määrä vaikuttaa siementen jakautumiseen uudistusalan osiin, sadon suuruuteen ja sen vuotuisen vaihteluun. (Lehto 1969, 41.) Näiden lisäksi määrällä on vaikutusta taimien alkukehitykseen (Lehto 1969, 42, 44; Salokannel ym. 2013, 24).

Siemennyksen kannalta tiheämmät siemenpuustot siementävät runsaammin, harvassa siemenpuustossa taimien kehitys on kuitenkin parempi. Tällöin emopuuston kilpailu kasvuresursseista on vähäisempää. (Lehto 1969, 42, 44; Salokannel ym. 2013, 24.) Johtuen siitä, että etäämmällä emopuista kosteus ja ravinteiden määrä lisääntyy (Aaltonen 1919, 130, 132, 241). Etäämmällä myös juuristokilpailu ei ole enää haittaamassa. Näin ollen taimien juuriston kehittyminen sekä ravinteiden käyttö on helpompaa. (Aaltonen 1919, 216, 241; Heikinheimo 1931, 35.)

Haitallisimman vaikutuksen tämä etäisyys aiheuttaa kuivilla mailla, sillä näillä mailla ravinteita sekä vettä on muutenkin niukasti. Tuoreimmilla mailla juuristokilpailu ei siis ole niin voimakasta. Valopuiden kasvuun siemenpuiden varjostuksella on suurempi vaikutus kuin varjopuihin. Varjostus aiheuttaa kitukasvuisia taimia ylispuiden lähetyvillä. (Aaltonen 1919, 215, 216.) Siemenpuuhakkuiden myötä taimien valoisuus ja juuristo-olot paranevat sekä taimien typen käyttö maasta kohenee (Aaltonen 1919, 237; Heikinheimo 1931, 25). Mänty on niin sanottu valopuu ja vaatii valoisan kasvupaikan, eli männylle sopii näin suhteellisen harva ylispuusto (Heikinheimo 1931, 36, 75).

### 3.2.3 Siemenpuuhakkuun muut toimenpiteet

Siemenpuumenetelmä uudistushakkuun lisäksi käsittää uudistusalan raivauksen sekä tarvittaessa kevyen maanmuokkauksen (Aalto-Kallonen ym. 1990, 82; Hyppönen ym. 2005, 65; Keskimölo ym. 2007, 11). Maanmuokkaus on helpompaa raivatulla uudistusallalla (Hyppönen ym. 2005, 65–66; Immonen ym. 2000, 6; Keskimölo ym. 2007, 11). Pahimmassa tapauksessa raivaamaton puusto voi tukahduttaa uudistamisessa syntyneen taimikon (Hyppönen ym. 2005, 65; Keskimölo ym. 2007, 11; Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio 2006, 44). Nämä ovat siis taimettumista edistäviä toimenpiteitä. Uudistusalan raivaus käsittää alan perkauksen ja hakkuutähteiden käsittelyn. (Heikinheimo 1931, 40, 41.)

Välttämätöntä on raivata männyn uudistusaloilla etenkin kuusi- ja koivujätepuut (Aalto-Kallonen ym. 1990, 82; Hyppönen ym. 2005, 65; Keskimölo ym. 2007, 11; Lehto 1969, 5, 35). Männyn uudistusallalla raivauksen merkitys taimettumiseen korostuu varsinkin mustikkatyyppin mailla (Heikinheimo 1931, 41, 42). Pienet havupuun taimet, joista ei ole uhkaa uudistamisessa syntyville taimille sekä selkeät taimiryhmät voidaan jättää raivaamatta (Hyppönen ym. 2005, 65–66; Immonen ym. 2000, 6; Keskimölo ym. 2007, 11). Koillis-Lapin tutkimuksessa on havaittu, että taimien läheisyydessä ollessa jätepuustoa, alenee luontaisella uudistamisella tavoiteltu taimitiheys 20 prosentilla ilman täydennysviljelyä (Hyppönen ym. 2005, 65–66).

Taimettumista hakkuutähteet edistävät lannoittamalla pintakerrosta. Pienien taimien juuret ovat aluksi pintakerroksessa, josta ne saavat hakkuutähteiden sisältämät ravinteet käyttöön. Hakkuutähteiden lannoituksen merkitys taimettumisen eduksi on nimenomaan männynmailla. Hakkuutähteet toimivat myös pienten taimien suojana kuivumista vastaan. Männynmailla hakkuutähteitä kertyy usein sen verran vähän, että niistä ei synny haittavaikutuksia taimettumiselle. Poikkeuksena kuusi alikasvoksen hakkuutähteet uudistushetkellä. Hakkuutähteiden edut tulevat parhaiten käyttöön, kun ne saadaan tasaisesti sekä pienissä erissä uudistusallalle. (Heikinheimo 1931, 42–44.)

Luontaisen uudistamisen etuja on täysin paljaan maan vaiheen puuttuminen sekä onnistuessaan luontaisella uudistamisella männyn aloilla saavutetaan tiheä ja laadukas taimikko. Suorat kustannukset ovat myös pienet uudista-

misvaiheessa. Luontaisessa uudistamisessa haittapuolena ovat epävarmuus ja riski uudistamisen onnistumisesta sekä siemenpuihin sitoutunut pääoman kustannukset. (Hyppönen ym. 2005, 72.) Luontainen uudistaminen on siis hidasta ja se on riippuvainen siemenvuosista (Eskelinen 2000, 7, 9; Hyppönen ym. 2005, 72). Luontaisesti uudistetussa metsässä kasvatushakkuiden tulot ovat pienemmät kuin istutetussa metsässä (Luoranen ym. 2012, 39).

### 3.3 Sekamenetelmä

Jos hyviä siemenvuosia ei ole odotettavissa ja luontaisen uudistamisen tulos on muutenkin epävarmaa, voidaan männyn siemenpuuhakkuuseen yhdistää kylvö. Tästä käytetään nimitystä sekamenetelmä. Menetelmällä pyritään varmistamaan taimikon syntyminen kohtuullisessa ajassa. (Hyppönen ym. 2005, 66, 93; Keskimölo ym. 2007, 11; Luoranen ym. 2012, 61.)

Luontainen uudistaminen on hidasta ja epävarmaa pohjoisilla äärialueilla ja korkeilla merenpinnasta sijaitsevilla alueilla. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksissa onkin taimettumisen varmistamiseksi ja uudistamisajan lyhentämiseksi suositeltu luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn samanaikaista käyttämistä näillä alueilla. (Hyppönen ym. 2008, 270; Keskimölo ym. 2007, 18.) Sekamenetelmässä männyn uudistusala hakataan siemenpuuasentoon. Siemenpuita jätetään 20–50 kappaletta hehtaarille, muokattu uudistusala istutetaan tai kylvetään. (Hyppönen ym. 2005, 93.) Männyn uudistamisalalla käytetään yleisesti siemenpuuhakkuuta ja kylvöä. Tässä menetelmässä kylvössä siemenien määrä on normaali kylvöä vähäisempää. (Luoranen ym. 2012, 61.)

Metsiä luontaisesti uudistettaessa lämpösummaltaan alle (750 d.d:n) alueella, pyritään taimiaines saamaan jo kasvatuksen loppuvaiheen harvennushakkuilla. Näillä alueilla uudistamisen varmistamiseksi siemenpuualat muokataan ja kylvetään, karuimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta. Metsät uudistetaan viljellen, jos luontainen uudistaminen ei onnistu kohtuullisessa ajassa. Kun taimia on riittävästi ja taimikko on ylittänyt hankirajan, on aika poistaa siemenpuut. Pienehköjä mäntyryhmiä ja yksittäisiä männynsiemenpuita jätetään viljelyaloille luontaisen taimiaineksen varmistamiseksi. Reunametsän siemennyksen suuri merkitys tulee ottaa huomioon suunniteltaessa uudistusaloja tällä alueella. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 78).

### 3.4 Kylvö

Männyn kylvölle soveltuvia kasvupaikkoja on Pohjois-Suomessa ja Pohjanmaalla paljon. Viljelytapana kylvö on siis näillä alueilla yleisintä. (Hokajärvi 1997, 18; Hyppönen ym. 2005, 74; Luoranen ym. 2012, 93, 94; Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 44.) Männyn kylvölle soveltuvia kasvupaikkoja Lapissa ovat myös karummat tuoreet kankaat (Hyppönen–Hallikainen 2013, 33). Pohjois-Suomessa kylvön osuus viljelyalasta on 37 prosenttia (Ylitalo 2012, 123).

Kylvön käyttöä Pohjois-Lapissa rajoittaa siemenpula (Hyppönen ym. 2005, 74). Lapissa epäonnistuneen kylvön syyksi on usein todettu siemenen alkuperä. Harvojen siemenvuosien vuoksi laajaan viljelyalaan nähden, paikallista siementä ei ole ollut saatavilla. (Etholen 1972, 4.) Kylvön onnistumisen lähtökohtana on sille sopiva kasvupaikka, huolellisesti tehty maanmuokkaus, oikein valittu ajankohta ja hyvänlaatuinen kylvösiemen (Luoranen ym. 2012, 93).

#### 3.4.1 Kylvön ajankohta ja menetelmät

Kylvö tulee nykyisten suositusten mukaan ajoittaa joko kevääseen tai alkukesään (Hyppönen ym. 2005, 74; Luoranen ym. 2012, 96). Ajankohtaan jolloin lumi ja routa ovat sulaneet (Aalto- Kallonen ym. 1990, 139; Hokajärvi 1997, 19; Hyppönen ym. 2005, 74). Kevätkosteus antaa suotuisat itämisolosuhteet siemenille. Otollisinta olisi, että siemenistä syntyvät sirkkataimet ehtisivät hyödyntää kevätkosteuden. Sirkkataimi on siis orastanut taimi. Siemenistä itäneet taimet, jotka on keväällä kylvetty kerkeävät kasvaa juuristaan ensimmäisen kesän aikana ja ankkuroida taimet maahan. Tällöin taimikuolleisuus ja ruostetuhot pysyvät vähäisinä. (Luoranen ym. 2012, 96.)

Liiallinen kosteus vähentää happipitoisuutta, mikä ei ole taas hyväksi itämiselle. Kivennäismaita kylväessä muokkaustapana käytetään äestystä tai laikutusta. (Luoranen ym. 2012, 93, 94.) Kosteusolojen tasoittamiseksi sekä siementuholaisten esteeksi on hyvä peittää siemenet muutaman millimetrin paksuisella maa- tai turvekerroksella (Hyppönen ym. 2005, 76; Luoranen ym. 2012, 94).

Itämisen jälkeen kasvukauden tulisi olla niin pitkä, että sirkkataimet ehtivät karaistua ennen syyshalloja. Kasvukauden tulisi olla lämpösummaltaan noin (500–600 °Cvrk) (Luoranen ym. 2012, 96.) Ajallisesti se tarkoittaa sitä, että kylvö on tehtävä viimeistään Juhannuksena ja orastuminen tapahduttava heinäkuun puoliväliin mennessä (Hokajärvi 1997, 19; Luoranen ym. 2012, 96).

Lapissa konekylvöä käytettäessä jää kylvöaika varsin lyhyeksi, johtuen pitkälle kevääseen kestävästä maan kantamattomuudesta. Pidentääkseen kylvöaikaa, Lapissa on kokeiltu kylvöä myöhään syksyllä. Syyskylvön kokeilua Lapissa on uskallettu lähteä kokeilemaa, koska ilmasto on syksyllä kuivempaa ja maaperä jäätyy aikaisemmin kuin Etelässä. Kuivana siemenet kestävät jäätymisen hyvin. (Hyppönen–Hallikainen 2013, 33.)

Lapin ankarissa oloissa jälki- itäminen on myös yleistä, tämä puoltaa myös syyskylvön onnistumista. Loppusyksyn kylvössä siemenet säilyvät itämiskelpoisina talven yli silloin, kun ne eivät pääse välillä sulamaan ja aloittamaan itämistä. Metsähallituksen suorittamista syyskylvökokeista on Hyppönen ja Hallikainen raportoineet tulokset. Raportin tulokset puoltavat syyskylvön mahdollisuuksia Lapissa. (Hyppönen–Hallikainen 2013, 33, 34.)

Kylvömenetelmät jaetaan levittämistavan mukaan. Yleisin kylvömenetelmä on suunnattu hajakylvö koneellisesti. Maanmuokkaus ja kylvö tehdään koneellisessa suunnatussa hajakylvössä samanaikaisesti. Tällöin siemenet pääsevät nopeasti suotuisiin itämisolosuhteisiin. Käsien kylväessä yleisin menetelmä on viirukylvö. Määrävälein tehtyihin viiruihin siemenet ripotellaan siemenpussista tai pullost. Siemeniä painamalla jalalla maahan parannetaan kylvön tulosta. (Hyppönen 2005 ym. 76–77; Luoranen ym. 2012, 95–96.)

Tavoiteperustamistiheys kylvössä on 4000–5000 kylvöpistettä hehtaarille. Koneellisessa kylvössä siemeniä kuluu noin 350 gramma hehtaarille ja käsien kylväessä noin 200 grammaa hehtaarille. Konekylvössä suurempi siemenien menekki johtuu siemenien osittaisesta levittäytymisestä itämiselle epäsuotuisille aloille. Taimien orastuminen on konekylvössä heikompaa, koska osa

siemenistä joutuu liian syvälle maahan sekä osa jää peittämättä kokonaan. (Luoranen ym. 2012, 95, 96.)

Kylvön edut luontaiseen uudistamiseen on selkeät, jos uudistuslalle on käytävissä sopivaa siementä. Tällöin saadaan riittävä siemennys heti eikä olla riippuvaisia hyvistä siemenvuosista. Kylvössä uudistusala saadaan metsite-tyksi kattavammin ja lyhyemmässä ajassa. (Heikinheimo 1931, 51.) Metsän- viljelyä puoltavat avohakkuleimikosta saatavat suuremmat tuotot ja alhai- semmat korjuukustannukset kuin luontaisessa uudistamisessa. Molemmat menetelmät sisältävät myös riskitekijöitä. Uudistamisaika vaikuttaa myös kus- tannuksiin. Luontaista uudistamista edustaa maisema-arvojen suosiminen ja säilyttäminen. (Aalto-Kallonen ym. 1990, 73–74; Hyppönen ym. 2005, 56–57; Keskimölo ym. 2007, 11; Luoranen ym. 2012, 38, 39; Valkonen ym. 2001, 22.)

Välittömien uudistuskustannusten puolesta kylvö on halpa metsänviljelyme- netelmä. Kylvössä välittömät kustannukset ovat kuitenkin suuremmat kuin luontaisessa uudistamisessa. Kylvössä ei synny tuhoille alttiita kylvötuppaita, kuten luontaisessa uudistamisessa. Kylvön onnistuessa saadaan aikaan tai- mikko, jossa voidaan myöhemmin käyttää laatuksvatuksen periaatteita hy- väksi. Sääolosuhteiden vaihtelut ovat rasite kylvössä, mutta eivät niin suures- ti mitä luontaisessa uudistamisessa. (Hyppönen ym. 2005, 80, 91.) Kylvö kä- sittää maanmuokkauksen, joten uudistamisen alkuvaiheissa sille pintakasvil- lisuuden haittavaikutukset eivät ole niin suuret mitä luontaisessa uudistami- sessa.

#### 3.4.2 Kylvössä käytettävä siemen

Metsän viljelyssä käytetään kahdenlaisia siemeniä. Siemenviljelyssiemenet kerätään siementuotantoa varten perustetuilta siemenviljelyksiltä sekä met- sikkökeräyssiemenet hakkuiden yhteydessä talousmetsistä. Siemenviljelys- siemenellä perustetuilta metsiköiltä voidaan odottaa keskimääräistä parem- paa laatua, kasvua ja tuotosta, koska siemenviljelyssiemen on jalostettua. Siemenen tarvittava määrä kylvössä riippuu sen itävyydestä ja massasta. Nämä tiedot on löydettävä siemenpaukkauksen etiketistä. Samaan taimien tavoitetiheyteen pyrkiessä siemenviljelyssiemeniä tarvitaan kappalemääräi-

sesti vähemmän kuin metsikkösiemeniä, koska sillä on todettu olevan parempi taimettumiskyky. (Luoranen ym. 2012, 87, 93–95.)

Pohjoisessa valtaosin käytettävä metsänviljelysmateriaali on kerätty ja tullaan jatkossakin keräämään talousmetsistä, koska alueelle ei ole saatavilla sopivaa siemenviljelyssiementä. Lounais-Lappiin, Kainuuseen sekä Pohjanmaalle on kuitenkin saatavilla niin sanottua välialueen siementä. Välialueen siemen on sekoitus Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen siemenmateriaalista, tällöin äiti on Pohjois- ja isä Etelä-Suomesta. (Hokajärvi 1997, 18; Hyppönen ym. 2005, 142.)

Harvoin toistuvien siemensatojen vuoksi Pohjois-Suomessa joudutaan männyn siementä varastoimaan pitkiksi ajoiksi. Männyn siementen pitkäaikainen varastointi vähentää siementen itävyyttä. Varastointilämpötila ja siemenen vesipitoisuus sekä fysiologinen kunto vaikuttavat eniten siemenen itävyyteen. Varastoissa näitä ominaisuuksia säätelemällä, siementen itämiskyky säilyy vuosia hyvänä. (Hyppönen ym. 2005, 143.)

Pohjois-Suomessa siemenvarastot on kerätty valtion rahoituksella turvaamaan riittävän metsänviljelymateriaalin saatavuus. Yksittäiset ihmiset suorittavat keräyksen keräämällä käpyjä omiltaan tai kerättäviksi osoitetuilta hakkuualoilta. Alkuperä metsikkösiemenille luokitellaan vähintään maaston korkeuden, keräyskunnan ja niin sanotun lähtöisyysalueen tarkkuudella. (Hyppönen ym. 2005, 142.)

### 3.4.3 Siementen alkuperä ja siirtomahdollisuudet

Metsien uudistamisen ja terveyden kannalta tärkeä tekijä on siemenien alkuperä. Metsälaki (1093/1996) vaatii, että metsänviljelyssä on käytettävä alkuperältään ja muiltakin ominaisuuksiltaan uudistettavan alueen olosuhteisiin kelpaavaa metsänviljelyaineistoa. (Luoranen ym. 2012, 87, 88.) Viljelymateriaalin tulisi olla paikallista alkuperää, koska puut sopeutuvat niiden perintötekijöiden mukaan ilmasto-oloihin. (Aalto- Kallonen ym. 1990, 114.)

Paikalliseksi katsotaan käytännön siemensiiro-ohjeissa (+/- 100 km) etäisyydellä viljelypaikalta pohjoiseen tai etelään oleva alkuperä. Korkeussuunnassa 100 metriä vastaa 100 kilometriä ilmansuunnassa. (Luoranen ym. 2012, 90; Hokajärvi 1997, 18.) Paikallinen alkuperä on määritelty niin, että sen kasvu-



kauden lämpösumma poikkeaa korkeintaan ( $\pm 100^{\circ}\text{Cvrk}$ ) viljelykohteen lämpösummasta. Nykyään ohjeissa käytetään kilometrien sijaan alkuperän kasvupaikan lämpösummia. Lämpösumman paikallinen vaihtelu voi olla vuosien varrella suuri. Koko Suomen alueella lämpösumman keskihajonta on ( $\pm 100^{\circ}\text{Cvrk}$ ). Puut ovat siis sopeutuneet vähintään tällaiseen vaihteluun. (Luoranen ym. 2012, 89–90.)

Useiden tutkimusten mukaan pitkiä siemensiiroja Lapissa tulee välttää itä-länsisuunnassa ja etelä-pohjois-suunnassakin tulee olla hyvin varovainen. Tutkimuksia on tehty myös siitä olisiko pohjoisen siemenhankinta-alueen laajentaminen etelään mahdollista. Olettaessa, että siemenissä tapahtuu geneettistä vaihtelua ja männyn ilmastollinen sopeutuminen muuttuisi vähitellen etelä-pohjois-suunnassa. Voitaisiin niin sanotun marginaalivyöhykkeen, Pudasjärven linjan eteläpuoleltakin siirtää siemeniä jossakin määrin pohjoiseen päin. Eteläisempää siementä tulisi tällöin käyttää siirtomatkaa vastaavasti suurempia määriä. (Etholen 1972, 4, 20.)

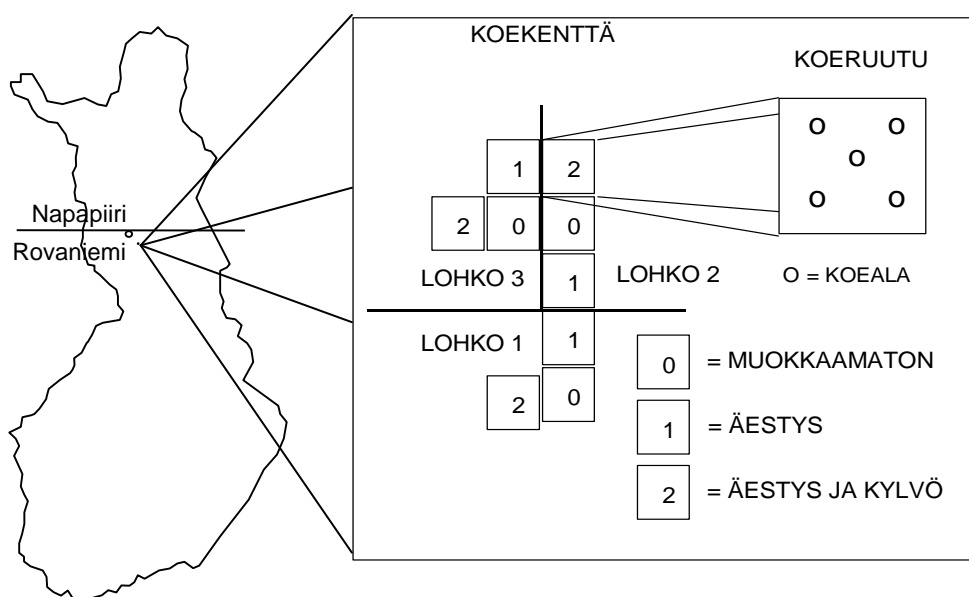
Kuitenkin on pysytelty siinä, että Etelä-Suomen alkuperien käyttö Pohjois-Suomessa johtaa pahaan epäonnistumiseen viljelyssä. Numminen on tutkinut siemensiiro mahdollisuuksia Lapin sisällä eri alkuperäistutkimusten perusteella. Tutkimus kohdistui enimmäkseen Inarin alkuperäissiemenen, joka todetaan soveltuvan tutkimuksen mukaan korkeiden paikkojen sekä muihin vaikeiden kohteiden viljelykseen. Inarin siemenen käyttöä tulee kuitenkin välttää Lapin läänin keski- ja eteläosien alavilla mailla. (Numminen 1986, 49, 51, 43–55, 58, 59.)

Metsänviljelyaineiston paikallista alkuperää tai vastaavien lämpösumma-alueiden alkuperiä suositellaan viljeltäväksi Pohjois-Suomessa. Aineiston siirtoa ei suositella kylmempään suuntaan, mutta siirtoja voidaan tehdä lämpimämpään suuntaan niin, että viljelypaikan lämpösumma on enintään (150 d.d)- yksikköä alkuperä aluetta suurempi. (Keskimölo ym. 2007, 58.)

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Koejärjestely

Rovaniemen Metsäntutkimusaseman perustama koekenttä sijaitsee Taime-  
lamukassa Oikaraisen kylällä, Kemijoki varressa Rovaniemen kaupungin  
alueella (kuvio 1). Koekenttä on 3,4 hehtaarin kokoinen uudistusala. Uudis-  
tusala sijaitsee 150 metrin korkeudella merenpinnasta ja alueen keskimää-  
räinen lämpösumma on (900 d.d). Lämpösumman arvon laskemiseksi on  
käytetty kauden 1941–1972 perustavia keskiarvoja.



Kuvio 1. Koekentän sijainti ja rakenne

Tutkimusalueen kasvupaikkatyyppi on kuivahkoa kangasta, alueella on kas-  
vupaikalle tyypillistä vaihtelua. Vuonna 1987 tehdyn metsäsuunnitelman tie-  
tojen mukaan alueen metsikön puusto oli ennen siemenpuuhakkuuta mänty-  
valtaista sekametsää. Ennen koekentän perustamista puulajisuhteet olivat  
mäntyä (70 %), kuusta (20 %) ja lehtipuita (10 %). Siemenpuuhakkuussa ai-  
noastaan männystä kertyi tukkipuuta. Sen tukkipuuosuus oli (60 %).

Koekentän puusto on hakattu siemenpuuasentoon talvikautena 1988 - 1989.  
Lapin metsänhoitosuosituksen mukaisesti siemenpuita jätettiin keskimäärin  
seitsemänkymmentä kappaletta hehtaarille. Kesäkuussa 1989 muokattavat  
koeruudet äestettiin, jonka jälkeen välittömästi kylvettiin kylvöruudut siemen-  
viljelyssiemenillä viirukylvöä käyttäen. Siemenviljelyssiemenet olivat Parkkola

141, joiden itävyys oli (83 %) ja 1000-jyväpaino tasan kuusi grammaa. Kylvössä pyrittiin 4000 - 5000 kylvöpisteeseen hehtaarilla. Etelä- ja Keski-Lapissa oli runsas ja hyvin tuleentunut siemensato keväällä 1989. Kymmenennen kasvukauden jälkeen keväällä 1999 siemenpuut poistettiin ja taimikko harvennettiin tavallisena metsurityönä syksyllä 2006.

Koe toteutettiin satunnaistettujen lohkojen kokeena. Koekenttä on jaettu kolmeen lohkoon ja jokaisessa lohossa on kolmen eri käsittelyn koeruutua. Lohko käsittää siis koeruudut muokkaamaton, äestetty sekä äestetty ja kylvetty (kuvio 1). Koeruudut ovat kooltaan 0,2 hehtaarin kokoisia, jotka ovat merkattu maastoon yläosastaan siniseksi maalatuilla kulmapaaluilla. Käsittelyruutujen ulkopuolelta oli uudistusala kokonaan äestetty ja kylvetty.

Aikaisemmissa kokeissa on jokaisessa käsittelyruudussa ollut viisi ympyräkoealaa, joiden säde oli 1,78 metriä. Tällöin ympyräkoealan koko oli kymmenen neliömetriä (kuvio 1). Opinnäytetyössäni käsittelyyn on otettu mukaan näiden ympyräkoealojen lisäksi isommat ympyräkoealat, joiden säde oli 2,52 metriä ja koko oli tällöin (20 m<sup>2</sup>). Ympyräkoealat sijaitsivat siten, että yhden ympyräkoealan keskipiste oli käsittelyruudun lävistäjien keskipisteessä. Loput neljä käsittelyruudun ympyräkoealaa olivat käsittelyruudun kulmien ja lävistäjien keskipisteen puolivälissä (kuvio 1). Isot ja pienet koealat sijaitsivat niin sanotusti päällekkäin, eli niillä on sama koealan keskipiste. Yhdessä käsittelyruudussa on siis yhteensä kymmenen ympyräkoealaa. Koekenttä sisältää siis yhteensä yhdeksänkymmentä ympyräkoealaa.

## 4.2 Aineiston keruu

Koekenttä on mitattu syksyllä 1994, keväällä 1999, syksyllä 2000, syksyllä 2006 ennen taimikon harvennusta ja sen jälkeen sekä tuorein inventointi on tehty 8.-9.8.2012. Tutkimusalueelta on siis kerätty tietoja 6, 10, 12, 18 ja 24 kasvukauden jälkeen. Mittaustiedot on kerätty käsittelyiden vaikutusten selvittämiseksi taimettumiseen ja taimien alkukehitykseen. Koealat on siis mitattu yhteensä kuusi kertaa. Vain tuoreimmassa inventoinnissa on käytetty mittauksessa kahden kokoisia ympyräkoealoja.

Aikaisemmissa koekenttää hyödyntäneissä tutkimuksissa koealoilta puista on mitattu kaikkien taimien määrät puulajeittain, taimien pituus puulajeittain ja

ikä sekä kehityskelpoisten taimien määrä puulajeittain ja taimien pituus puulajeittain sekä ikä. Mittauksiin tulevien havupuiden sekä kehityskelpoisten havupuiden tuli olla vähintään kymmenen senttimetriä pitkiä. Lehtipuiden tuli olla vähintään viisikymmentä senttimetriä pitkiä.

Tässä opinnäytetyössäni mitattuja tunnuksia ovat havupuuntaimien kokonaismäärä ja niiden pituus ja rinnankorkeusläpimitta sekä kehityskelpoisten havupuuntaimien määrä ja niiden pituus ja rinnankorkeusläpimitta taimettumisen kehityksen kuvaamiseksi. Havupuut käsittävät männyn ja kuusen. Lisäksi männyltä ovat samat tunnuksot, jotka analysoidaan tuloksissa erikseen omana ryhmänä.

Koekentältä luokiteltiin kehityskelpoisiksi kuntonsa ja laatunsa puolesta parhaat havupuuntaimet. Taimien oli sijaittava vähintään 80 senttimetrin etäisyydellä toisistaan. Kehityskelpoisia taimia sai olla pienillä koealoilla enintään viisi ja isommilla koealoilla kymmenen tainta eli 5000 tainta hehtaarilla. Edellä mainitun lisäksi Lapin metsäkeskuksen metsänhoitosuositusten mukaisesti kehityskelpoisten taimien tuli olla puulajinsa puolesta kasvupaikalle sopivia. Koealalla ja siinä osassa taimikkoa jossa koeala sijaitsi, oli taimien sopeuduttava pituutensa puolesta ympäröivään taimikkoon. (Kemppe 2001, 9.)

Pienemmiltä koealoilta, joita on käytetty aikaisemmissa opinnäytetöissä. On myös määritetty humuksen paksuus ja maalaji kenttämenetelmin. Jokaiselta koealalta maalajin selville saamiseksi otettiin koealalta muokkaamattomasta paikasta noin 10 - 20 senttimetrin syvyydeltä maalajinäyte. Suurimmaksi osaksi ympyräkoealoista maalajiltaan oli hietamoreenia, vain kahdella koealalla hienoa hiekkamoreenia. Keskimäärin humuksen paksuus oli kaksi senttimetriä vaihteluvälin oltua senttimetristä kolmeen senttimetriin. (Kemppe 2001, 9.)

#### **4.3 Aineiston käsittely**

Aineiston havaintoyksikkönä oli analyysissä koeruutu. Ympyräkoealoilta laskettiin seuraavat tunnuksot: Havupuuntaimien kokonaismäärä, kehityskelpoisten havupuuntaimien määrä ja näiden pituuksien sekä rinnankorkeusläpimittojen keskiarvot ruutukeskiarvojen havainnoiksi. Samat tunnuksot laskettiin myös männyltä. Ympyräkoealoja ei käytetty havaintoina, koska malli ha-

luttiin pitää yksinkertaisena, ja koska ympyräkoealoilta mitattujen selittävien muuttujien (humuksen paksuus ja maalaji) vaihtelu oli pieni.

Tunnukset laskettiin ensin Excelillä, jonka jälkeen aineisto ajettiin SPSS-ohjelmalla. Tällä tavoin varmistettiin, ettei tuloksissa ole virheitä. Excelillä saadut tulokset olivat siis samoja kuin SPSS:llä. Aikaisemmassa tutkimukseen liittyvässä opinnäytetyössä on käytetty satunnaistettujen lohkojen varianssianalyysiä eri vuosien käsittelyjen ja lohkojen välisiä runkolukujen ja pituustunnusten keskimääräisiä eroja testattaessa.

Opinnäytetyössäni siirryttiin aikaisempien opinnäytetöiden varianssianalyysistä Mixed Models analyysiin, koska tällöin aineiston analysoinnissa voidaan käyttää yhtä ja samaa analysointi menetelmää. Analysoinnissa käytettiin parametristä testiä. Mixed Models on sekamalli, joka käsittää kiinteitä tekijöitä sekä satunnaistekijöitä (Metsämuuronen 2008, 33). Selittävinä tekijöinä ovat ruutu ja lohko sekä satunnaistekijänä lohko. Mixed Modelssia käytettäessä myös ruutukeskiarvot ovat lähes normaalijakautuneet. Mixed Modelsissa käytettiin mallia:  $y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$ , missä  $y_{ij}$  = vastemuuttujan arvo,

$\mu$  = yleiskeskisarvo,

$\beta_i$  = ruudun käsittelyvaikutus,

$\alpha_j$  = satunnainen lohko vaikutus,

$\epsilon_{ij}$  = satunnainen virhe

Taulukoissa yksi ja kaksi, joissa esitellään tämän tutkimuksen tuloksia. P-arvo kertoo todennäköisyyden prosentteina, että onko perusjoukossa eroja mitatun asian suhteen? Esimerkiksi p-arvon ollessa 0,21, perusjoukossa on 21 prosentin todennäköisyydellä eroja mitatun asian suhteen. P-arvo kertoo myös, onko käsittelyiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja? Kun p-arvo on 0,05 tai sen alle, käsittelyiden välillä on tilastollisesti merkitseviä eroja. Näihin taulukoihin ei ole merkattu käsittelyiden välisiä p-arvoja. Näissä taulukoissa erot sarake vastaa näitä p-arvon tunnuksia. Erot sarakkeeseen on merkattu ne käsittelyt, joiden välillä on tilastollisesti merkitseviä eroja. P-arvo kertoo siis merkitsevyysasteen.

Tulokset tässä työssä esitellään seuraavassa kappaleessa. Käsittelyjen välisen vertailujen tulokset esitellään isomman koealan ( $20 \text{ m}^2$ ) tulosten perusteella, koska on todennäköistä, että nämä antavat oikeammat tulokset kuin pieniltä koealoilta lasketut tulokset. Tarkastelussa ovat havupuut sekä männyn erikseen. Koealan koon vaikutuksia tuloksiin tarkastellaan erillisessä luvussa.

## 5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 5.1 Runkoluku

Männynntaimien kokonaismäärä hehtaaria kohden oli suurin muokkaamattomissa ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa männynntaimien kokonaismäärän osuus hehtaaria kohden oli (38,5 %). Äestetyissä ruuduissa männynntaimien kokonaismäärä oli pienin. Tässä käsittelyssä männynntaimien kokonaismäärän osuus oli (28,0 %). Äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa männynntaimien kokonaismäärä oli toiseksi suurin. Männynntaimien kokonaismäärän osuus tässä käsittelyssä oli (33,5 %). Eri käsittelyiden välillä männynntaimien kokonaismäärissä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja. Muokkaamattomien ja äestettyjen ruutujen välinen ero oli suurin. Näiden käsittelyiden välinen tilastollinen ero oli ( $p=0,246$ ). (taulukko 1 ja kuvio 2.)

Koska ollaan männyn kasvupaikalla, kiinnostavinta on kehityskelpoisten männynntaimien tulosten tarkastelu. Kehityskelpoisten männynntaimien osuus kaikista männynntaimista oli (77,5 %), koska männynntaimien kokonaismäärä hehtaaria kohden oli käsittelyittäin yhteensä 6667 tainta ja kehityskelpoisten männynntaimien määrä käsittelyittäin hehtaaria kohden oli 5166 tainta. Eniten kehityskelpoisia männynntaimia hehtaaria kohden oli käsittelyruuduissa äestetty ja kylvetty. Tässä käsittelyssä kehityskelpoisten männynntaimien osuus oli (37,4 %). Muokkaamattomissa niitä oli toiseksi eniten, joiden osuus oli (33,5 %). Äestetyissä kehityskelpoisia männynntaimia oli vähiten ja niiden osuus oli (29,0 %). (taulukko 1 ja kuvio 2.)

Kehityskelpoisten männynntaimien määrissä oli käsittelyiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Tilastollisesti merkitseviä eroja oli niin äestettyjen sekä äestettyjen ja kylvettyjen välillä kuin myös muokkaamattomien ja äestettyjen. Suunta antavia eroja oli myös muokkaamattomien käsittelyiden sekä äestettyjen ja kylvettyjen välillä. Suurimmat tilastolliset erot kehityskelpoisten männynntaimien määrissä oli käsittelyiden äestettyjen sekä äestettyjen ja kylvettyjen välillä. Näiden käsittelyiden tilastolliset erot olivat merkitseviä ( $p=0,004$ ). (taulukko 1.)

Taulukko 1. Männyn keskimääräiset arvot

Pieni koeala, (10m2)					Isompi koeala, (20m2)			
Käsittely	Keskiarvo	p	Erot	Lohko var.	Keskiarvo	p	Erot	Lohko var.
Kaikki taimet								
Kpl/ha								
0	2133	0,21		0,162	2567	0,183		25556
1	1467			-0,467	1867			-0,745
2	2067				2233			
Pituus (dm)								
0	37	0,034	0 ja 1	39,436	38	0,049	ei merk.	4,901
1	58			-0,455	58			-0,823
2	45				50			
Lpm (mm)								
0	45	0,067		79,572	46	0,069	ei merk	17,353
1	74			-0,524	74			-0,771
2	51				59			
Keh.Kelp. Taimet								
Kpl/ha								
0	1333	0,208		0,022	1733	0,004	0 ja 1	1111,1
1	1267			-0,611	1500			-0,691
2	1667				1933		1 ja 2	
Pituus (dm)								
0	43	0,088		12,746	45	0,007	0 ja 1	3,256
1	64			-0,74	65			-0,717
2	51				54			
Lpm (mm)								
0	56	0,186		6,914	57	0,03	0 ja 1	0,932
1	82			-0,943	86			-0,975
2	59				64			

Männyn ruutukohtaiset keskiarvot käsittelyittäin: 0= Muokkaamaton, 1= Äestetty ja 2= Äestetty ja kylvetty. Erot taulukossa ei merk= eroja on mutta ei merkitseviä ja p-arvo on suurempi tai yhtä suuri kuin 0,05.

Myös havupuuntaimien kokonaismäärä oli suurin muokkaamattomissa ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa havupuuntaimien kokonaismäärän osuus oli (39,6 %). Äestettyjen ruutujen havupuuntaimien kokonaismäärä oli toiseksi suurin, niiden osuus oli (30,4 %). Äestettyjen ja kylvettyjen pienin. Äestettyjen ja kylvettyjen havupuuntaimien kokonaismäärän osuus oli (30,0 %). Erot olivat äestettyjen sekä äestettyjen ja kylvettyjen välillä havupuuntaimien kokonaismäärässä pienet. Käsittelyillä havupuuntaimien kokonaismäärin ei ollut lainkaan tilastollisesti merkitseviä eroja. Näissä kaikkien käsittelyiden väliset tilastolliset erot olivat ( $p > 0,05$ ). Suurimmat käytännön erot



ovat kuitenkin muokkaamattoman sekä äestetyt ja kylvetyt välillä. Tilastollinen ero näitten käsittelyiden välillä oli ( $p = 0,127$ ). (taulukko 2 ja kuvio 2.)

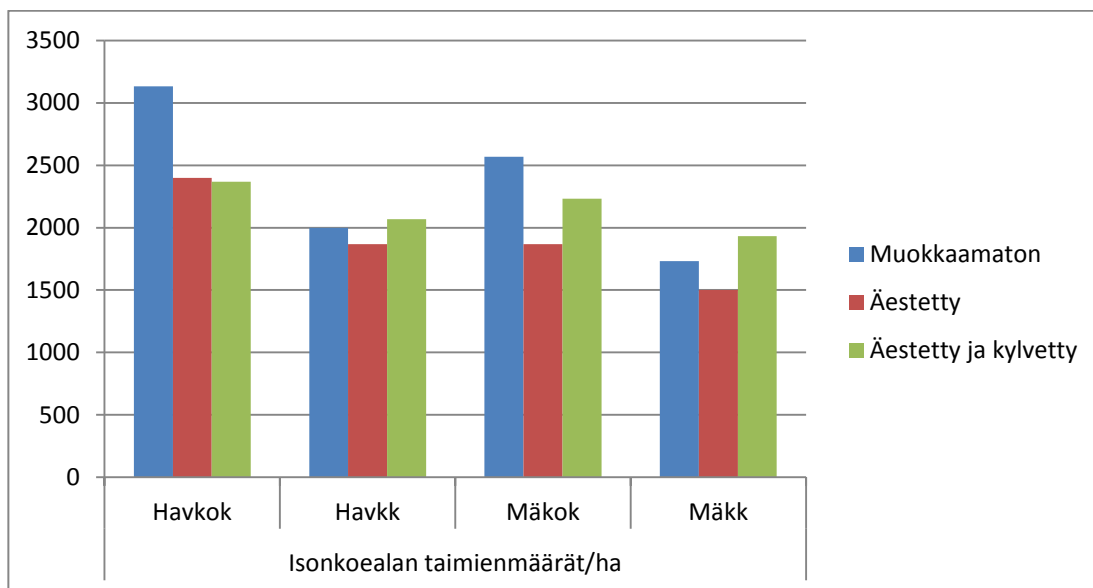
Taulukko 2. Havupuiden keskimääräiset arvot

Pieni koeala, (10 m <sup>2</sup> )					Isompi koeala, (20 m <sup>2</sup> )				
Käsittely	Keskiarvo	p	Erot	Lohko var.	Keskiarvo	p	Erot	Lohko var.	
Kaikki taimet									
Kpl/ha									
0	2667	0,312		0,462	3133	0,07		90555,56	
1	2333			-0,364	2400			-0,475	
2	2133				2367				
Pituus (dm)									
0	36	0,08		62,097	36	0,029	0 ja 1	18,594	
1	50			-0,397	53			-0,487	
2	45				49				
Lpm (mm)									
0	42	0,21		136,214	43	0,053	ei merk.	52,124	
1	62			-0,447	66			-0,484	
2	51				57				
Keh.Kelp. Taimet									
Kpl/ha									
0	1600	0,64		0,049	2000	0,049	ei merk.	21111,11	
1	1867			-0,79	1867			-0,351	
2	1733				2067				
Pituus (dm)									
0	42	0,192		19,603	44	0,026	0 ja 1	3,348	
1	56			-0,649	60			-0,755	
2	50				52				
Lpm (mm)									
0	54	0,406		29,786	55	0,077		2,597	
1	71			-0,783	78			-0,939	
2	59				62				

Havupuiden ruutukohtaiset keskiarvot käsittelyittäin: 0= Muokkaamaton, 1= Äestetty ja 2= Äestetty ja kylvetty. Erot taulukossa ei merk= eroja on mutta ei merkitseviä ja p-arvo on suurempi tai yhtä suuri kuin 0,05.

Kehityskelpoisten havupuuntaimien osuus kaikista havupuuntaimista oli (75,0 %), sillä havupuuntaimien kokonaismäärä käsittelyittäin oli hehtaaria kohden yhteensä 7900 tainta ja kehityskelpoisia havupuuntaimia käsittelyittäin hehtaari kohden yhteensä 5934 tainta. Kehityskelpoisten havupuuntaimien määrä oli suurin äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa. Äestettyjen ja kylvettyjen ruutujen kehityskelpoisten havupuuntaimien osuus oli (34,8 %). (Kuvio 2.)

Äestettyjen kehityskelpoisten havupuuntaimien määrä oli pienin. Näiden osuus oli (31,5 %). Muokkaamattomien kehityskelpoisten havupuuntaimien määrä ihmetyttää osuus (33,7 %), sillä taimien määrä oli tässä suurempi kuin äestetyissä. Kehityskelpoisten havupuuntaimien määrissä lähes tilastollisesti merkitseviä eroja oli käsittelyruutujen äestetyin sekä äestetyin ja kylvetyn välillä. Näiden käsittelyiden tilastollinen ero ei ollut merkitsevä ( $p = 0,064$ ). (taulukko 2 ja kuvio 2.)



Havkok= Kaikki havupuun taimet, Havkk= Kehityskelpoiset havupuun taimet, Mäkok= Kaikki männyntaimet ja Mäkk= Kehityskelpoiset männyntaimet.

Kuvio 2. Koealan havupuiden ja männyntaimien kokonais- ja kehityskelpoisten määrät/ha käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista.

## 5.2 Keskipituus

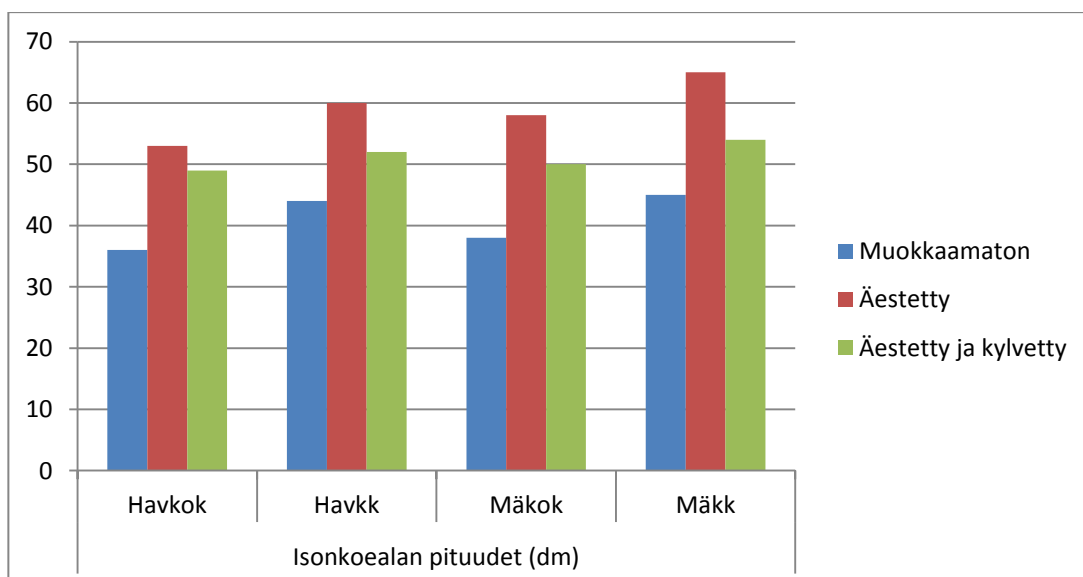
Pisimmät männyntaimet olivat äestetyissä ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa ne olivat selkeästi lyhimmat sekä äestetyissä ja kylvetyissä toiseksi lyhimmat. Männyntaimien pituuksissa käsittelyiden välisissä tuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Suuntaa antavia eroja oli kuitenkin käsittelyruuduissa muokkaamaton ja äestetty. Näiden käsittelyiden välinen tilastollinen ero ei ollut merkitsevä ( $p = 0,062$ ). (taulukko 1 ja kuvio 3.)

Pisimmät kehityskelpoiset männyntaimet olivat myös äestetyissä ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa kehityskelpoisten männyntaimien pituus oli pienin sekä äestetyissä ja kylvetyissä toiseksi pienin. Kehityskelpoisten männyntaimien pituudessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyiden muokkaamattomien ja äestettyjen välillä. Näiden käsittelyiden tilastollinen ero oli

( $p=0,008$ ). Tilastollisesti suuntaa antavia eroja oli käsittelyiden äestettyjen sekä äestettyjen ja kylvettyjen välillä. Näiden käsittelyiden välinen tilastollinen ero ei ollut merkitsevä ( $p=0,065$ ). (taulukko 1 ja kuvio 3.)

Havupuuntaimien pituus oli suurin äestetyissä ruuduissa, eikä äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa. Tämä herättää kysymyksiä kylvön vaikutusta kohtaan. Onko kylvössä siis käytetty siemenviljelyssiemen ollut sopivaa viljelysmateriaalia uudistusalalle? Muokkaamattomissa ruuduissa havupuuntaimien pituus oli pienin sekä äestettyjen ja kylvettyjen toiseksi pienin. Havupuuntaimien pituudessa käsittelyiden muokkaamattoman ja äestetyin välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa. Näiden välinen tilastollinen ero oli ( $p=0,041$ ). (taulukko 2 ja kuvio 3.)

Pisimmät kehityskelpoiset havupuuntaimet olivat myös äestetyissä ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa pituus oli pienin sekä äestettyjen ja kylvettyjen toiseksi pienin. Merkille pantavaa oli taas, että suurimmat pituudet olivat äestetyissä ruuduissa eikä äestetyissä ja kylvetyissä. Kehityskelpoisten havupuuntaimien pituudessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyiden muokkaamattomien ja äestettyjen välillä. Näiden käsittelyiden tilastollinen ero oli ( $p=0,031$ ). (taulukko 2 ja kuvio 3.)



Havkok= Kaikki havupuun taimet, Havkk= Kehityskelpoiset havupuun taimet, Mäkok= Kaikki männyntaimet ja Mäkk= Kehityskelpoiset männyntaimet.

Kuvio 3. Koealan havupuiden ja mäntyjen taimien kokonais- ja kehityskelpoisten pituudet käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista.

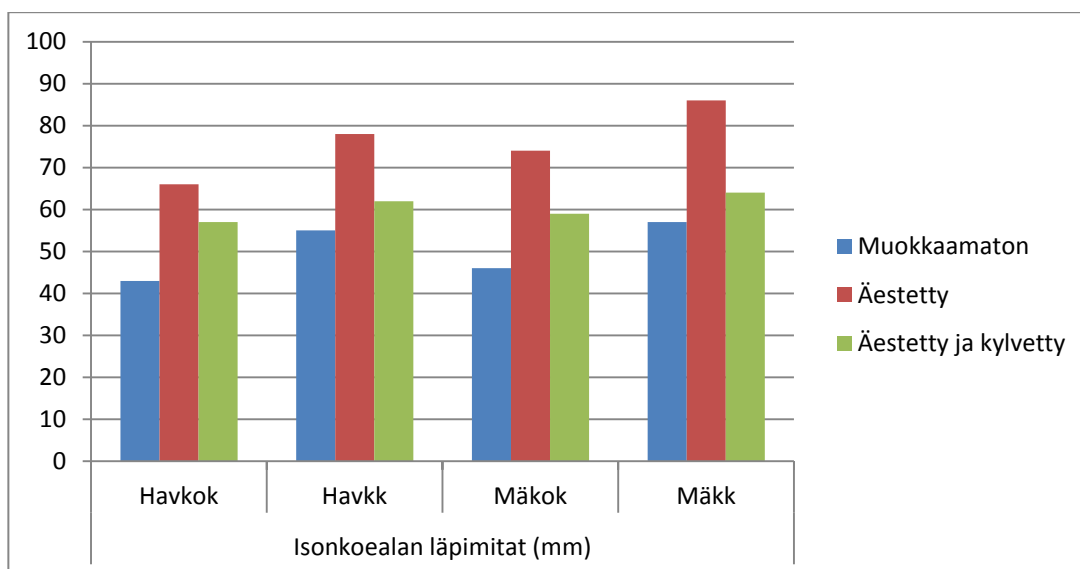
### 5.3 Keskiläpimitta

Suurin männyntaimien läpimitta oli äestetyissä ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa männyntaimien läpimitta oli pienin sekä äestetyissä ja kylvetyissä toiseksi pienin. Männyntaimien läpimitoissa ei ollut käsittelyiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Läpimitoissa suuntaa antavia tilastollisia eroja oli käsittelyiden muokkaamattomien ja äestettyjen välillä. Näiden käsittelyiden tilastollinen ero oli ( $p = 0,086$ ). (taulukko 1 ja kuvio 4.)

Kehityskelpoisten männyntaimien suurin läpimitta oli myös äestetyissä ruuduissa. Muokkaamattomissa ruuduissa se oli pienin sekä äestettyjen ja kylvetyjen toiseksi pienin. Kehityskelpoisten männyntaimien läpimitoissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyiden muokkaamattomien ja äestettyjen välillä. Näiden käsittelyiden tilastollinen ero oli ( $p = 0,040$ ). (taulukko 1 ja kuvio 4.)

Havupuuntaimien suurin läpimitta oli äestetyissä ruuduissa, eikä äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa, jota olisi ennalta voinut odottaa. Tähän vaikuttanee samat tekijät kuin pituuksissa. Muokkaamattomissa ruuduissa havupuuntaimien läpimitta oli pienin sekä äestettyjen ja kylvetyjen toiseksi pienin. Havupuuntaimien läpimitoissa muokkaamattomien sekä äestettyjen läpimitat eroavat lähes tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Näiden välinen tilastollinen ero oli ( $p = 0,066$ ). (taulukko 2 ja kuvio 4.)

Kehityskelpoisten havupuuntaimien suurin läpimitta oli myös äestetyissä ruuduissa, eikä äestetyissä ja kylvetyissä. Muokkaamattomissa ruuduissa kehityskelpoisten havupuuntaimien läpimitta oli pienin sekä äestettyjen ja kylvetyjen toiseksi pienin. Kehityskelpoisten havupuuntaimien läpimitta kasvoi jokaisessa käsittelyruudussa verrattuna havupuuntaimien läpimitaan. Kehityskelpoisten havupuuntaimien läpimitoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyittäin. Suunta antavia eroja oli kuitenkin muokkaamattomien ja äestettyjen käsittelyiden välillä. Näiden välinen tilastollinen ero oli ( $p = 0,103$ ). (taulukko 2 ja kuvio 4.)



Havkok= Kaikki havupuun taimet, Havkk= Kehityskelpoiset havupuun taimet, Mäkok= Kaikki männyntaimet ja Mäkk= Kehityskelpoiset männyntaimet.

Kuvio 4. Koealan havupuiden ja mäntyjen taimien kokonais- ja kehityskelpoisten läpimitat käsittelyittäin vuoden 2012 mittauksista.

#### 5.4 Koealan koon vaikutus tuloksiin

Männyntaimien kokonaismäärissä sekä kehityskelpoisten männyntaimien määrissä tuloksissa koealan koolla oli huomattavimmat vaikutukset taimien tiheyteen. Isolla koealalla ( $20 \text{ m}^2$ ) sekä männyntaimien kokonaismäärät että kehityskelpoisten männyntaimien määrät olivat lähes aina suositusten mukaiset. Isoilla koealoilla kehityskelpoisten männyn taimien määrissä käsitellyssä äestetty ja kylvetty saavutettiin suositustiheys (taulukko 1).

Kymmenen neliömetrin koealalla kehityskelpoisten männyntaimien määrät olivat selkeästi alle suositusten. Eikä männyntaimien kokonaismäärät pienellä koealalla ole aina suositusten mukaiset. Koealan koolla on siis huomattava vaikutus tuloksiin taimien määrissä. Keskipituuksiin sekä keskiläpimittoihin koealan koolla ei ollut suurta vaikutusta männyntaimissa. Isolla koealalla nämä olivat männyntaimilla kuitenkin vähintään samansuuruiset kun pienellä koealalla (taulukko 1).

Myös havupuuntaimien kokonaismääriin sekä kehityskelpoisten havupuuntaimien määriin oli huomattava vaikutus koealan koolla. Isolla koealalla havupuuntaimien määrät saavuttavat aina suositusten mukaiset tiheydet, ne paikoin jopa ylittävät suositustiheyden. Pienellä koealalla havupuuntaimien kokonaismäärät myös ylittävät muokkaamattomissa ruuduissa suositustihey-

den. Pienellä koealalla kehityskelpoisissa havupuuntaimissa määrät jäivät käsittelyissä muokkaamaton sekä äestetty ja kylvetty hieman suositustiheyden alle. Läpimitat sekä pituudet olivat isolla koealalla aina vähintään yhtä suuret kuin pienellä koealalla. Näissä ei kuitenkaan ollut kovin suuria eroja (taulukko 1). Pohjois-Suomessa mäntyvaltaisissa metsissä taimikonhoidon jälkeen suositustiheys on 1800–2500 kappaletta hehtaarille (Keskimölo ym. 2007, 22).

### **5.5 Tulosten vertailua ja tarkastelua**

Vaikka opinnäytetyöni tarkoitus on vain käsitellä tuoreimpia mittaustuloksia, on taimikon kehityksen seurannan vuoksi hyvä hiukan vertailla aikaisempia tutkimustuloksia. Tässä kappaleessa vertaillaan nyt saatuja pienen koealan tuloksia edelliseen koekentän tutkimustuloksiin, jotka on julkaistu Metsätieteen aikakauskirjassa 4/2008: 269–279. Vertailussa käytetään pienen koealan tuloksia, koska aikaisemmassa tutkimuksessa on ollut vain pienet koealat käytössä.

Vertailussa on järkevää myös käyttää edellisen tutkimustulosten tuloksista vuoden 2006 mitatut tulokset taimikon harvennuksen jälkeen. Vertailukelpoisia tunnuksia ovat siis männyn kokonais- ja kehityskelpoisten taimien määrät hehtaarilla ja kehityskelpoisten havupuiden määrät hehtaarilla ja niiden pituudet käsittelyittäin, sillä molemmissa tutkimustyössä on näiden tunnuksien tulokset.

Männynntaimien kokonaismäärät vuoden 2008 julkaistussa tutkimuksessa olivat huomattavasti suuremmat, kuin tuoreimmissa inventointi tuloksissa. Muokkaamattomissa männynntaimien kokonaismäärä oli suurempi kuin äestetyissä. Äestetyissä ja kylvetyissä määrä oli kuitenkin suurin. Opinnäytetyössäni muokkaamattomissa männynntaimien kokonaismäärä oli suurin sekä äestetyissä ja kylvetyissä toiseksi suurin (taulukko 3).

Kehityskelpoisten männynntaimien määrät vuoden 2008 julkaistussa tutkimuksessa olivat seuraavat käsittelyittäin. Muokkaamattomissa kehityskelpoisia männynntaimia oli toiseksi eniten sekä äestetyissä ja kylvetyissä eniten. Opinnäytetyössäni vastaavat tulokset olivat samankaltaiset. Kehityskelpoisten havupuuntaimien määrät vuoden 2008 julkaistussa tutkimuksessa olivat seu-

raavat käsittelyittäin. Muokkaamattomissa sekä äestetyissä kehityskelpoisten havupuuntaimien määrät ovat samat sekä äestetyissä ja kylvetyissä määrät olivat suurimmat. Opinnäytetyössäni vastaavat tulokset olivat muokkaamattomissa pienimmät sekä äestetyissä suurimmat (taulukko 3).

Taulukko 3. Tulosten vertailu 2006 ja 2012 pienellä koealalla

Käsittely	Tulokset 2006 Keskiarvot	Tulokset 2012 Keskiarvot
Männyntaimien kokonaismäärä, kpl/ha		
0	4600	2133
1	4133	1467
2	5133	2067
Kehityskelpoisten männyntaimien määrä, kpl/ha		
0	2000	1333
1	1667	1267
2	2333	1667
Kehityskelpoisten havupuun taimien määrä, kpl/ha		
0	2267	1600
1	2267	1867
2	2400	1733
Kehityskelpoisten havupuun taimien pituus, (dm)		
0	15	42
1	29	56
2	28	50

Käsittelyt: 0= Muokkaamaton, 1= Äestetty ja 2= Äestetty ja kylvetty.

Kehityskelpoisten havupuuntaimien pituudet vuoden 2008 julkaistussa tutkimuksessa olivat seuraavat käsittelyittäin. Muokkaamattomissa kehityskelpoisten havupuuntaimien pituus oli pienin ja äestetyissä suurin. Opinnäytetyössäni vastaavat tulokset olivat myös muokkaamattomissa pienimmät ja äestetyissä suurimmat. Nyt mitattujen taimienmäärät ovat käsittelyittäin ja puustoluokittain pienemmät kuin 2008 vuoden julkaistussa tutkimuksessa. Taimienmäärän vähenemiseen en keksi muuta syytä kuin, että tuoreimpia tuloksia on ollut mittaamassa toiset henkilöt kun 2006 vuoden tuloksia. Tällä voisi olla vaikutusta ainakin kehityskelpoisten taimienmäärissä. Taimien kehitys on ollut kuitenkin hyvää tarkasteltaessa kehityskelpoisten havupuuntaimien pituutta käsittelyittäin (taulukko 3).

Vuoden 2006 harvennuksen jälkeiset pituudet kehityskelpoisissa havupuuntaimissa ovat kasvaneet vuoden 2012 tuloksiin käsittelyittäin noin (20–25

dm). Käsittelyittäin tässä puustoluokituksessa vuotuinen kasvu on ollut siis noin (35–40 cm). Pienin pituuden kehitys on ollut kuitenkin käsittelyssä äestetty ja kylvetty. Muissa käsittelyissä pituuden kehitys on ollut aika lailla samankaltaista (taulukko 3).

Arvioidessa ja tarkastellessa tuoreimpia tutkimustuloksia, vertailuun on hyvä ottaa muitakin aiheeseen liittyviä tutkimustuloksia. Seuraavaksi vertaillaan tämän tutkimuksen, sekä Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun männynntaimikon kehitykseen Lapissa tutkimuksen kehityskelpoisten männynntaimien tiheyttä kymmenen neliömetrin koealoilla. Vertailukohteena oleva tutkimus on julkaistu Metsätieteen aikakauskirjassa 1/2001: 5–18 (Hyppönen ym. 2001, 5). Vertailukohteena olevassa tutkimuksessa on vertailtu erilaisten maanmuokkausmenetelmien vaikutusta luontaisesti uudistetun männynntaimikon kehitykseen (Hyppönen ym. 2001, 5, 7).

Kummassakin tutkimuksessa on maanpinnankäsittelyinä käytetty tapoja muokkaamaton sekä äestetty. Näiden käsittelyiden väliset tulokset ovat siis vertailukelpoisia. Vertailukohteena olevassa tutkimuksessa alue oli myös suurimmalta osaltaan kuivahkoa kangasta (Hyppönen ym. 2001, 7). Vertailukelpoisuutta heikentävänä tekijänä näiden tutkimusten välillä on kuitenkin se, että vertailukohteena olevassa tutkimuksessa muokkaamattomissa aloissa oli jo etukäteen tapahtunut taimettumista muita aloja käsiteltäessä, taimettumisaika oli jäänyt lyhyeksi myrskyn vuoksi, tulokset on julkaistu 18 kasvukauden jälkeen sekä äestys oli tämän tutkimuksen perustamishetkellä uusi ja alkuteijöissään oleva muokkaustapa (Hyppönen ym. 2001, 14–15).

Kehityskelpoisten männynntaimien määrät kymmenen neliömetrin koealalla tutkimuksessani oli muokkaamattomissa käsittelyissä (1333 kpl/ha) ja äestetyissä (1267 kpl/ha). Vertailukohteena olevassa tutkimuksessa näiden käsittelyiden väliset tulokset olivat hyvin samanlaiset. Äestetyissä tässä tutkimuksessa taimia oli myös vähemmän kuin muokkaamattomissa. Äestetyissä taimia oli (1281 kpl/ha) ja muokkaamattomissa (1586 kpl/ha). (Hyppönen ym. 2001, 9–10.)



## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Taimien kehityksen kannalta tärkeintä on tarkastella kehityskelpoisia taimia käsittelyittäin. Taimien määrät sekä havupuiden, että pelkästään mäntyjen kehityskelpoisissa taimissa olivat suurimmat isolla koealalla ( $20 \text{ m}^2$ ) äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa. Kehityskelpoisten männyntaimien määrät pienemmillä koealoilla ( $10 \text{ m}^2$ ) oli myös käsittelyssä äestetty ja kylvetty suurin. Kehityskelpoisten havupuuntaimien määrää pienemmillä koealoilla oli suurin äestetyissä ruuduissa. (taulukot 1 ja 2 sekä kuvio 2.)

Kehityskelpoisten taimien määrissä korostuu kylvön merkitys, koska aloilla missä muokkaamattomien ruutujen kehityskelpoisten havupuu sekä männyntaimien määrä oli suurempi kuin äestettyjen ruutujen oli kehityskelpoisten taimien määrä kuitenkin suurin äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa. Havupuuntaimien kokonaismäärät sekä männyntaimien kokonaismäärät olivat suurimmat molemmilla koealoilla muokkaamattomissa ruuduissa. (taulukot 1 ja 2 sekä kuvio 2.)

Kokonaisuutena tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että käsittelyistä äestys tuottaa kehityskelpoisille havupuuntaimille sekä pelkästään kehityskelpoisille männyntaimille uudistuslallalla pisimmät ja järeimmät taimet. Pienimmät taimet ovat käsittelyissä muokkaamaton. Koekentän tulosten perusteella äestys ruuduissa on parhaiten menestyneet taimet pituuden ja läpimitan puolesta, koska tuloksissa nämä tunnuksat poikkesivat eniten äestettyjen ja muokkaamattomien käsittelyiden välillä. Kylvön vaikutusta tarkasteltaessa havaitaan, että äestetyillä ja kylvetyillä aloilla taimien pituus ja järeys ovat kehittyneet paremmin, kuin muokkaamattomilla ruuduilla, mutta eivät niin hyvin kuin äestetyillä ruuduilla (taulukot 1 ja 2 ja kuviot 3 ja 4).

Myös vuoden 2008 julkaisussa jossa käsitellään samaa koekenttää, oli havaittu että kehityskelpoisten männyntaimien keskipituus oli äestetyillä alalla huomattavasti suurempi kuin äestetyillä ja kylvetyillä alalla. Tässä julkaisussa ei löydetty tähän syitä. Yhtenä selkeänä tekijänä tähän vaikuttaneen se, kun äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa tiheys on suurempi jolloin kasvutilaa on vähemmän. Vähäisempi kasvutila siis rajoittaa pituuden ja läpimitan kasvua.

Äestysten ja kylvön heikommat tulokset pituudessa ja läpimitassa kuin äestysten antavat pienen syyn epäillä, onko kylvössä käytetty uudistuslalle sopivaa viljelymateriaalia? Onko siemenviljelyssiemen ollut siis sopivaa tälle uudistuslalle vai olisiko pitänyt käyttää metsikkökeräyssiementä? Toisena syynä äestysten ja kylvön heikompiin tuloksiin läpimitassa ja pituudessa voisi olla näiden käsittelyruutujen sisäiset muutamien koealojen sijainnit. Muuttamat äestetyt ja kylvetyt ruutujen koealat sijaitsevat uudistusalan reunoilla, jolloin reunametsän varjostus sekä juuristokilpailu hidastavat taimien alkukehitystä.

Koealan koon vaikutuksella ei ollut taimien pituuksissa eikä läpimitoissa selkeää eroavaisuutta. Nämä tunnuksot olivat enimmäkseen riippuvaisia käsittelyistä. Taimimäärät olivat selkeästi suuremmat isommissa koealoissa ja todennäköisesti lähempänä totuutta, joten taimia inventoidessa tulisi käyttää tätä isompaa (20 m<sup>2</sup>) koealaa. Pienemmillä koealoilla (10 m<sup>2</sup>) millään käsittelyllä kehityskelpoisissa taimissa ei saavuteta tiheyttä (2000 kpl/ha) (taulukot 1 ja 2). Tähän tutkimukseen on ollut siis järkevää ottaa myös isommat koealat käyttöön, koska edelliseen koekenttään kohdistuvassa opinnäytetyössä tuloksissa pohditaan myös sitä, että kymmenen neliömetrin koealat ovat voineet aiheuttaa virheitä tuloksiin.

Tässä tutkimuksessa, jonka mittaukset on tehty 24 kasvukauden jälkeen, isommilla koealoilla käsittelyt muokkaamaton sekä äestetty ja kylvetty saavuttavat kehityskelpoisissa havupuuntaimissa sen (2000 kpl/ha), mutta äestys ruuduissa se jää (1867 kpl/ha), joka on kuitenkin juuri suositusten mukainen (taulukko 1 ja kuva 2). Isommilla koealoilla kehityskelpoiset männyntaimet saavuttavat suositustiheyden vain käsittelyssä äestetty ja kylvetty (1933 kpl/ha).

Kehityskelpoisissa havupuuntaimissa sekä männyntaimissa, kymmenen neliömetrin koealalla tässä tutkimuksessa mikään käsittely ei saavuta tiheyttä (2000 kpl/ha). Kymmenen neliömetrin koealoilla kehityskelpoisissa havupuuntaimissa vain käsittelyssä äestetty saavutetaan suositusten mukainen taimimäärä (1867 kpl/ha). Isommilla koealoilla kehityskelpoiset havupuuntaimien tiheydet ovat käsittelyittäin Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksen mukaiset. Muokkaamattomissa ruuduissa tiheys oli (2000 kpl/ha), äestetyissä

ruuduissa (1867 kpl/ha) sekä äestetyissä ja kylvetyissä ruuduissa (2067 kpl/ha). Näin ollen tuloksia voidaan pitää tiheyden puolesta hyvinä.

Maanmuokkaus, tässä tutkimuksessa äestys johtaa siis männyn luontaisessa uudistamisessa Lapissa parhaaseen taimien pituuden ja järeyden kehittymiseen. Parhaan kehityskelpoisten männyntaimien tiheyden saavuttamiseen maanmuokkaus vaati myös kylvön. Nämä tulokset viittaavat siihen, että maanmuokkauksella ja kylvöllä on merkitystä määntysiemenpuualaa luontaisesti uudistettaessa Lapissa (taulukot 1 ja 2 ja kuvio 2). Tulokset antavat positiivisen kuvan muokkauksen ja kylvön merkityksestä. Vertailukelpoisten tunnusten osalta, tulokset ovat myös samansuuntaiset mitä vertailututkimuksissa. Tutkimuksen tuloksilla voitaneen käsittelyjen positiivinen vaikutus luontaiseen uudistamiseen todistaa.

Lapin ilmastossa on suuria paikallisia eroja, johtuen laajasta alasta, korkeuseroista ja pituudesta etelä-pohjoissuunnassa (Hyppönen 2002, 9). Koekentän tuoreimpien tutkimustulosten perusteella hyviä tuloksia ei voida siis yleistää koko Lapin alueelle, koska koekenttä sijaitsee kasvupaikka- ja ilmasto olosuhteiden puolesta hyvin männyn luontaisen uudistamisen alaksi. Myös koekentän perustamishetkellä oli hyvä männyn sekä kuusen siemenvuosi. (Hyppönen ym. 2008, 275–277.)

Koekenttä on myös kokonsa puolesta liian pieni, joka myös poistaa yleistämismahdollisuuden. Tulokset olisivat erilaiset ja niiden yleistämismahdollisuudet olisivat paremmat, jos mittauksia olisi tehty laaja-alaisemmin ja erilaisissa olosuhteissa useampina vuosina. Koekentästä ei ole enää perusteltua tehdä kokeellista tutkimusta aiheeseen liittyen, koska tämän tutkimuksen läpimittojen ja pituuksien mittausten tuloksista voidaan havaita, että koekentän puusto on lähes nuorta kasvatusmetsää. Tutkimustulosten perusteella voidaan kuitenkin tehdä johtopäätökset, että hyvissä olosuhteissa sekä oikeilla menetelmillä männikkö voidaan uudistaa luontaisesti Lapissa.

## LÄHTEET

- Aalto-Kallonen, T. – Janhonen, T. – Kallela, K. 1990. Metsän uudistaminen. Helsinki: Ammattikasvatushallitus.
- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. Helsinki: Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja. Valtioneuvoston kirjapaino.
- Derome, J. 2003. Maaperän kemialliset ominaisuudet. – Teoksessa Metsämaa ja sen hoito (toim. E. Mälkönen), 63–80. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Hämeenlinna. Karisto Oy.
- Eskelinen, T. 2000. Männyn luontainen uudistaminen Länsi-Lapissa. Helsinki: Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 27.
- Etholen, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Helsinki: Folia Forestalia 160. Metsäntutkimuslaitos.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Helsinki: Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia No. 22. Suomalaisen kirjallisuuden seuran kirjapainon osakeyhtiö.
- Heiskanen, J. 2003. Maaperän fysikaaliset ominaisuudet. – Teoksessa Metsämaa ja sen hoito (toim. E. Mälkönen), 39–62. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Hämeenlinna. Karisto Oy.
- Helmisaari, H-S. – Lehto, T. – Makkonen, K. 2003. Metsämaan biologia. – Teoksessa Metsämaa ja sen hoito (toim. E. Mälkönen), 115–128. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Hämeenlinna. Karisto Oy.
- Hilli, A. – Hokkanen, T. – Hyvönen, J. – Sutinen, M-L. 2013 Männyn luontaisen uudistamisen edellytykset Pohjois-Suomessa siemensadon näkökulmasta. Metlan työraportteja. Osoitteessa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp255.pdf>. 15.3. 2013.
- Hokajärvi, T. 1997. Metsänhoito-ohjeet. Helsinki: Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. Oy Edita ab.
- Hyppönen, M. 2001. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa – Teoksessa Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa? (toim. M. Varmola. ja S. Tapaninen), 99–119. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 820. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. Vammalan Kirjapaino Oy.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Helsinki: Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. Hakapaino Oy.

- Hyppönen, M. – Hallikainen, V. 2013 Männyn syyskylvön onnistuminen Lapissa. Metlan työraportteja. Osoitteessa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp255.pdf>. 15.3.2013.
- Hyppönen, M. – Hallikainen, V. – Jalkanen, R. 2005. Metsätaloutta kairoilla-metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Karisto Oy.
- Hyppönen, M. – Heikkinen, H. – Hallikainen, V. 2008. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen ja taimikon alkukehitykseen Etelä-Lapissa. – Teoksessa Metsätieteen aikakauskirja 4/2008 (toim. E. Korpilahti, S. Ojala ja T. Salonen), 269–279. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Suomen Metsätieteellinen seura r.y.
- Hyppönen, M. – Hyvönen, J. – Mäkitalo, K. – Riissanen, N – Sepponen, P. 2001. Maankäsittelyn vaikutus luontaisesti uudistetun mäntytaimikon kehitykseen Lapissa. – Teoksessa Metsätieteen aikakauskirja 1/2001 (toim. E. Korpilahti, S. Ojala ja T. Salonen), 5–18. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Suomen Metsätieteellinen seura r.y.
- Hyppönen, M. – Hyvönen, J. – Valkonen, S. 2002. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. – Teoksessa Metsätieteen aikakauskirja 4/2002 (toim. E. Korpilahti, S. Ojala ja T. Salonen), 559–574. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja Suomen Metsätieteellinen Seura r.y.
- Hyppönen, M. – Kemppe, T. 2002. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen Etelä-Lapissa. – Teoksessa Metsätieteen aikakauskirja 1/2002 (toim. E. Korpilahti, S. Ojala ja T. Salonen), 19–27. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja Suomen Metsätieteellinen Seura r.y.
- Hyppönen, M. – Salminen, S. (toim.) 2013. Metsänuudistaminen pohjoisen erityisolosuhteissa. Metlan työraportteja 3–7. Osoitteessa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp255.pdf>. 15.3.2013.
- Immonen, K. – Kauppinen, A. – Kuru, K. – Tamminiemi, M. –Kallonen, J. – Strandström, M. 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Helsinki: Tummavuoren Kirjapaino Oy.
- Kemppe, T. 2001. Männyn luontainen siemenpuumenetelmällä Rovaniemen maalaiskunnassa. Opinnäytetyö. Rovaniemen Ammattikorkeakoulu: Metsätalouden koulutusohjelma.
- Keskimölö, A. – Heikkinen, E. – Keränen, K. 2007. Pohjois- Suomen met-sänhoitosuositukset 2007. Kalevaprint Oy. Metsäkeskus Lappi, Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaa, Metsäkeskus Kainuu.

- Kinnunen, K. 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Helsinki: Folia Forestalia 727. Metsäntutkimuslaitos.
- Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Actia forest fennia 14.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa Siemenpuu- ja Suojuspuumenetelmällä. Helsinki: Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 67.4.
- Luoranan, J. – Saksa, T. – Finer, L. – Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö.
- Luoranan, J. – Saksa, T. – Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. Metsäntutkimuslaitos.
- Metsälaki Osoitteessa  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=mets%C3%A4laki#L2P8>  
 ja <http://www.edilex.fi/saadokset/lainsaadanto/20101234?toc=1>.  
 29.4.2013.
- Metsämuuronen, J. 2008. Monitasomallinnuksen perusteet- Metodologiasarja 11. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: 2.painos, Lönnberg Print 2007. Metsäkustannus Oy.
- Mälkönen, E. 2003. Metsämaan viljavuuden hoito. – Teoksessa Metsämaa ja sen hoito (toim. E. Mälkönen), 153–154. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Hämeenlinna. Karisto Oy.
- Niska, K. – Levula, T. 1986. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus taimien alkukehitykseen. – Teoksessa Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1986 (toim. H. Poikajärvi), 99–108. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253. Rovaniemen tutkimusasema.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Rovaniemi: Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105. 57–66.
- Numminen, E. 1986. Männyn siemenen siirto Pohjois-Suomessa. – Teoksessa Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1986 (toim. H. Poikajärvi), 48–60. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253. Rovaniemen tutkimusasema.
- Pietola, L. 2011. Kestävät viljelymenetelmät, maan rakenne ja ravinteet. Ympäristökuiskaaja. Osoitteessa

[http://www.jarki.fi/sites/default/files/liisa\\_pietola\\_kestavat\\_viljely\\_menetelmat\\_maan\\_rakenne\\_ja\\_ravinteet.pdf](http://www.jarki.fi/sites/default/files/liisa_pietola_kestavat_viljely_menetelmat_maan_rakenne_ja_ravinteet.pdf). 14.11.2011.

- Rautio, P. – Hyppönen, M. – Hallikainen, V. – Niemelä, J. 2013 Pintakasvillisuuden vaikutus männyn luontaiseen uudistamiseen Koillis-Lapissa. Metlan työraportteja. Osoitteessa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp255.pdf>. 15.3.2013.
- Salokannel, S. – Hyppönen, M. – Hallikainen, V. 2013 Puuston tiheyden vaikutus männikön taimettumiseen Lapissa – alustavia tuloksia väljennysshakkuusta. Metlan työraportteja. Osoitteessa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp255.pdf>. 15.3.2013
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Actia forest fennia 46.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. Metsätieteellisiä tutkimusjulkaisuja 38.
- Siren, G. 1965. Lapin metsänhoidon suuntaviivat. Lapin tutkimusseuran vuosikirja 6.
- Tikkanen, J. 2004. Puutarha-Sanomat. Maa-analyysi lannoituksen perusta. Osoitteessa <http://www.puutarhasanomat.net/koulutusmateriaali/index.asp?Nro=26>. 1.9.2004.
- Vaartaja, O. 1952. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Actia forest fennia 59.
- Valkonen, S. – Ruuska, J. – Kolström, T. – Kubin, E. – Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Metsäntutkimuslaitos.
- Ylitalo, E. (toim.) 2012. Metsätilastollinen vuosikirja. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka.